BHS
I C
10

BHS I C 10

Bayerische Berg-, Hütten- und Salzwerke Aktiengesellschaft
Bibliothek:
Gruppe: I C
B. Nr. 10

Praktisches Handbuch

der

Fabrikation und Bearbeitung

des

Stahls.

Nach dem Französischen

des

Damemme.

Deutsch bearbeitet

von

Dr. J. F. Hartmann.

BIBLIOTHEK
DER K. B. GENERAL
BERGW. U. SALINEN
ADMINISTR.

Mit 10 Tafeln Abbildungen.

Quedlinburg und Leipzig.
Druck und Verlag von Gottfr. Basse.

1839.

1206

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorwort.

Das Original zu vorstehender Bearbeitung ist im Jahre 1835 in Paris in einem ziemlich starken Bande unter dem bescheidenen Titel: „Essai pratique sur la manière de travailler l'acier" erschienen; Verfasser desselben ist Damemme, praktischer Stahlarbeiter zu Caen. Auch in Deutschland ist dies Werk nicht ganz unbeachtet geblieben, indem mehrere gewerbwissenschaftliche Blätter Anzeigen, Beurtheilungen von demselben und mitunter auch kleinere Auszüge aus ihm mitgetheilt haben. Dasselbe enthält eine Menge neuer Versuche und Beobachtungen, die für alle diejenigen Künste, welche in Stahl zu arbeiten haben, von der allerhöchsten Wichtigkeit sind. Da der Verfasser seit langen Jahren ein wirklicher praktischer Arbeiter ist, so sind denn seine neuen Mittheilungen auch einzig und allein in einer sichern Praxis begründet; leider theilt er den Fehler so mancher Praktiker, daß sie thun, als verachteten sie alle Theorie, und sich doch nur gar zu gern einen gelehrten Anstrich geben, ein Widerspruch, der oft die allersonderbarsten Meinungen ans Licht treten läßt. Das ist denn mit unserem Verfasser in hohem Garde der Fall; er versucht es überall,

seine Ansichten theoretisch zu begründen, ist aber mit seinen chemischen Kenntnissen noch lange nicht bis zu Anfang des gegenwärtigen Jahrhunderts gekommen. Fast auf jeder Seite wird eine Menge wunderlicher Citate oft aus den allerältesten und unbedeutendsten Schriftstellern angeführt, theils um die eigene Ansicht zu bestätigen, theils um die Meinungen dieser Schriftsteller zu widerlegen; technische, philosophische, wissenschaftliche, praktische Citate liegen durch einander, wie vom Zufalle zusammengewürfelt, oft ohne den mindesten Bezug zu dem Paragraphen des Textes zu haben, dem sie beigefügt sind. Dabei ist der Verfasser durchaus nicht im Stande, seine Gedanken und Beobachtungen in irgend eine Ordnung zu bringen. Das Ganze ist ein Chaos, in welchem Sinn und Unsinn, herrliche praktische Beobachtungen und unverstandene theoretische Ansichten, Text und Noten zu Noten mit Noten in erschreckender Verwirrung liegen, als hätte der Verfasser absichtlich Alles durch einander geworfen. Man kann sich beim genauern Lesen des Gedankens nicht erwehren, daß viel mehr Anstrengung zur Unordnung als zur Ordnung gehört. Wir finden die Klagen des Verfassers über die Gleichgültigkeit, mit der manche gelehrte Gesellschaften seine vorgelegten Untersuchungen aufnahmen, sehr natürlich; der Franzose ist gerade nicht der Mann, der Jahre lang durch Stein und Schutt gräbt, um ein verheißenes edles Metall aufzusuchen.

Die vorgängigen Bemerkungen über das französische Original mögen uns vor unserem deutschen Leser entschuldigen, daß wir ihm nicht das Ganze mittheilten. Wir haben es versucht, einen Auszug aus dem Werke zu machen und nur des Verfassers praktische Ansichten zusammenzustellen, mit Aus-

lassung alles seines wusten theoretischen Geredes. Wenn dabei allerlei Dinge zusammengeordnet werden mußten, welche im Original oft mehrere hundert Seiten weit aus einander stehen und in Text und Noten zerstreut sind, wenn die einzelnen Abtheilungen anders mit einander verbunden werden mußten und oft ganze Abschnitte wegfielen, so wird der Leser, sollte er eine Vergleichung des Originals mit dem vorliegenden Auszuge anstellen, sich nicht darüber wundern, daß er an manchen Stellen kaum die Aehnlichkeit wieder zu finden wissen wird. Wir hoffen, das Gute mitgetheilt, das Allbekannte eben berührt und als solches bezeichnet, und das Schlechte ganz unterdrückt zu haben. Sollte dem Verfasser, was wir freilich nicht glauben und auch nicht sonderlich wünschen. diese deutsche Bearbeitung zu Gesicht kommen, so möge er uns entschuldigen; wir konnten wahrlich nicht anders; er kann sich überzeugt halten, daß wir ihm für seine schätzenswerthen Beobachtungen mit dem ganzen Publikum dankbar sind, daß wir seinen Eifer, sein reges Streben anerkennen, und daß wir durchaus nicht zu denen gehören, die gern jedem Fabrikanten und Gewerbtreibenden, der seine Bemerkungen öffentlich mittheilt, das ne sutor ultra zurufen möchten. Wo wir eine solche Masse gesunden Sinnes, einen wahrhaft praktischen Kern finden, da bezahlen wir gern einige Bogen einfältigen Geredes mit und sind darum dem Verfasser nicht gram. Freilich können wir uns auch nicht für den Spruch des Mephisto: „Grau, Freund, ist alle Theorie, doch grün des Lebens goldener Baum", unbedingt erklären, es müßte denn von einer Theorie die Rede sein, wie sie den Kopf unseres Verfassers verwirrt. Sollte derselbe daher, wie es allerdings den An-

schein hat, noch mehrere Versuche anstellen und sie demnächst veröffentlichen, so würden wir ihm gern den Rath geben, sich alles theoretischen Speculirens gänzlich zu enthalten, wenn wir nicht wüßten, daß solcher Rath bei allen Praktikern, die sich einmal, ohne gründlich gebildet zu sein, in philosophische Raisonnements eingelassen haben, völlig verschwendet wäre. Es schadet freilich den Perlen nicht, wenn sie im Misthaufen liegen, allein dessenungeachtet ist es ein mühsames Geschäft, sie daraus hervorzusuchen, und nicht Jeder fühlt den Muth dazu in sich, weiß sie auch nicht immer zu finden.

Inhaltsanzeige.

Erstes Capitel.
Fabrikationsmethoden der verschiedenen Stahlsorten.

		Seite
§. 1.	Allgemeine Eintheilung des Stahls	1
§. 2.	Fabrikationsmethode des Rohstahls zu Rive	2
§. 3.	Kärnthner Verfahren zum Fabriciren des Rohstahls .	3
§. 4.	Steyermärker Verfahren	—
§. 5.	Raffinirter oder Gerbstahl	6
§. 6.	Fabrikation des Cementirstahls	7
§. 7.	Fabrikation des Gußstahls	8
§. 8.	Genauere Eintheilung der einzelnen Stahlsorten . .	10
§. 9.	Gemeiner Stahl	—
§. 10.	Einfacher Cementstahl. Englischer Hühnerstahl . .	11
§. 11.	Doppelter Cementstahl. Spornstahl	12
§. 12.	Einfacher Gußstahl. Marschall- und Huntsmann-Stahl	—
§. 13.	Doppelter Gußstahl, der an der Luft härtet	13
§. 14.	Schweißbarer, einfacher Gußstahl	—
§. 15.	Doppelter Gußstahl	—
§. 16.	Chemische Analyse des Eisens und Stahls	14
§. 17.	Deutsche Stahle	15
§. 18.	Ungarische Stahle	16
§. 19.	Schwedische Stahle	—
§. 20.	Italienische Stahle	—
§. 21.	Englische Stahle	17
§. 22.	Französische Stahle	—
§. 23.	Damascener Stahl	19
§. 24.	Nachgemachter damascener Stahl	22
§. 25.	Härten des damascener Stahls nach Barker . . .	24
§. 26.	Zusammengießen mehrerer Metalle, um damascener Stahl zu erhalten	26
§. 27.	Neuere Versuche zum Nachmachen des damascener Stahls	—

Zweites Capitel.
Schmieden des Eisens und Stahls.

§. 28.	Wichtigkeit der Schmiedekunst	29
§. 29.	Schweißwärme	—
§. 30.	Fortschaffen des Schwefels aus dem Essefeuer . . .	30
§. 31.	Beseitigung des beim Schweißen vorhandenen Kupfers	31
§. 32.	Hämmern des zu schweißenden Stahls	32
§. 33.	Auswahl der Stangen zum Schweißen	34

Seite

§. 34. Verhüten der Oxydation des Stahls beim Schweißen 35
§. 35. Hartkörner im geschmiedeten Stahle 36
§. 36. Verschiedene Behandlung der einzelnen Stahlsorten in der Schmiede . . . . —
§. 37. Schmieden des Eisens 38
§. 38. Schweißen des Gußstahls 39
§. 39. Schweißen des Eisens und Gußstahls mit Borax . . 41
§. 40. Verstählen von Hammerbahnen mit Gußstahl . . . 42
§. 41. Andere Methoden zum Zusammenschweißen von Eisen und Gußstahl . . . . —

Drittes Capitel.

Nachlassen des Stahls nach dem Schmieden.

§. 42. Gewöhnliches Verfahren 44
§. 43. Schädlichkeit der gewöhnlichen Nachlaßmethode . . . 45
§. 44. Nutzen eines zweckmäßigen Nachlassens 48

Viertes Capitel.

Kalthämmern des Eisens und Stahls.

§. 45. Kalthämmern der Metalle im Allgemeinen 50
§. 46. Risse beim Kalthämmern. Planiren eines windschiefen Stückes . . . . —
§. 47. Vorsichtsmaßregeln beim Kalthämmern 51

Fünftes Capitel.

Härten des Stahls.

§. 48. Einleitung 52
§. 49. Eigenschaften, die der Stahl durchs Härten annimmt 54
§. 50. Verschiedene Farben des erhitzten Stahls . . . . . —
§. 51. Wahl des Wassers zum Ablöschen 55
§. 52. Andere Flüssigkeiten zum Ablöschen 56
§. 53. Versuche mit verschiedenen Härtemitteln 59
§. 54. Grund des Härtens durch das Ablöschen 61
§. 55. Korn und Härte des Stahls bei verschiedenen Hitzegraden 63
§. 56. Tabelle der verschiedenen Hitzegrade für das Ablöschen des Stahls in Pyrometer- und Thermometergraden . 66
§. 57. Verziehen und Reißen des Stahls beim Härten . . —
§. 58. Ursachen des Verziehens und Reißens des Stahls beim Härten 70
§. 59. Vorsichtsmaßregeln beim Eintauchen des Stahls in das Härtewasser 72
§. 60. Härten dünner, leicht verbiegbarer Stücke 74
§. 61. Einfluß des Kalthämmerns auf das Härten 75
§. 62. Glühen des zu härtenden Stahls im Metallbade . . 76
§. 63. Zweckmäßige Vorrichtung zum Erhitzen des zu härtenden Stahls 80
§. 64. Einfluß des Wetters und der Jahres- und Tageszeit auf das Härten 81
§. 65. Volumenvergrößerung des Stahls durch das Härten . 82

Seite

§. 66. Verhalten des Gewichts vor und nach dem Härten des Stahls 84

Sechstes Capitel.

Anlassen des gehärteten Stahls.

§. 67. Zweck des Anlassens 87
§. 68. Verschiedene Grade des Anlassens . . . . —
§. 69. Anlaßfarben 88
§. 70. Temperaturen der einzelnen Anlaßfarben 90
§. 71. Verfahren beim Anlassen 91
§. 72. Fortschaffen der Farbe von einem angelassenen Stücke 92
§. 73. Anlassen mit brennendem Talge und Holze 93
§. 74. Anlaßmethoden zu besondern Zwecken 94
§. 75. Härten und Anlassen können nicht in einer einzigen Operation ausgeführt werden 96
§. 76. Mängel des Anlassens 97
§. 77. Merkwürdige Erscheinungen beim Anlassen 98
§. 78. Anlassen im Metallbade 99
§. 79. Leinölbad zum Anlassen 100
§. 80. Verschiedene Versuche mit Metallbädern zum Anlassen 101
§. 81. Gewichtsverlust des Stahls beim Anlassen 104
§. 82. Verschlechterung des Stahls durch das Anlassen . . 105
§. 83. Richten des Stahls nach dem Härten 106

Siebentes Capitel.

Härten in Bündeln.

§. 84. Begriff dieser Operation 108
§. 85. Substanzen zu diesem Härten . . . . —
§. 86. Verfahren beim Härten in Bündeln 109
§. 87. Nutzen dieses Härtens 110
§. 88. Allgemeine Bemerkungen über das Härten in Bündeln 111
§. 89. Repariren von Stücken, die in Bündeln gehärtet sind 112
§. 90. Colorirung der in Bündeln gehärteten Arbeit . . . 113
§. 91. Versuche von Réaumur über das Härten in Bündeln —
§. 92. Härten in Bündeln nach Justy und Perret . . . 115
§. 93. Härtewasser zum Ablöschen des Stahls . . . . . . —
§. 94. Härtemasse zum Ablöschen des Eisens . . . . —
§. 95. Recepte zu Lothen . . . . —
§. 96. Anlöthen mit Zinn 116
§. 97. Rothe Farbe zum Poliren des Stahls 117
§. 98. Rothe Farbe zum Poliren des Goldes und Silbers . 118
§. 99. Vergolden des gehärteten Stahls . . . . —
§. 100. Kalte Vergoldung des Silbers 119
§. 101. Silberplattirung des Stahls . . . . —
§. 102. Mittel zur Beurtheilung der Güte des Tischlerleims . 120
§. 103. Elfenbein grün zu färben . . . . —
§. 104. Verdorbenes Elfenbein zu weißen . . . . —
§. 105. Wachs und Aetzwasser für Stahlstecher . . . . . —
§. 106. Horn schwarz zu färben . . . . —
§. 107. Holz schwarz zu färben 121

Achtes Capitel.

Mittel zum Probiren und Beurtheilen des Stahls.

		Seite
§. 108.	Wichtigkeit solcher Mittel	121
§. 109.	Eigenschaften des Stahls, die probirt werden müssen	122
§. 110.	Probe der Leichtschweißigkeit des Stahls	—
§. 111.	Probiren des Stahls hinsichtlich seiner Weichheit im kalten und heißen Zustande	124
§. 112.	Probiren der Härte, deren der Stahl beim Ablöschen fähig ist	125
§. 113.	Probiren des Korns der Stahle	126
§. 114.	Probiren der Festigkeit und Elasticität, die der gehärtete Stahl durch das Anlassen erhält	128
§. 115.	Probiren des Stahls hinsichtlich der Reinheit seiner Oberflächen	130
§. 116.	Versuche über die Festigkeit des Stahls	131
	Tabellen	135

Praktisches Handbuch

der

Fabrikation und Bearbeitung

des

S t a h l s.

Erstes Capitel.

Fabrikationsmethoden der verschiedenen Stahlsorten.

§. 1.

Allgemeine Eintheilung des Stahles.

Der Stahl ist eine künstlich bewirkte Verbindung des von seinen erdigen und schwefligen Theilen gereinigten Roheisens mit einer gewissen Menge Kohle.

Es giebt drei Arten von Stahl, von denen jede sich besonders zu dem Zwecke eignet, wozu sie bestimmt ist; es sind dies der Schmelz- oder Rohstahl, der Cementir- oder Brennstahl und der Gußstahl.

Fertig kommt der Stahl im Schooße der Erde nicht vor; er ist immer ein künstlich erzeugtes Product.

Die erste Art, der gemeine Stahl, wird unmittelbar aus dem Metallflusse gewonnen, ohne erst durch den Zustand von Eisen gegangen zu sein. Dieser Stahl ist in der Regel ungleich, bekommt leicht Risse und brüchige Stellen; er ist nicht so hart und spröde als die beiden andern Stahlarten; er läßt sich indessen besser schweißen, wenn er geschmiedet wird. Diese Stahlsorte ist die wohlfeilste und wird am meisten aus Deutschland bezogen.

Die zweite Sorte, der Cementirstahl, zeigt ein feineres Korn auf seiner Bruchfläche; er nimmt eine bessere Politur an, ist härter und spröder als der gemeine Stahl, und muß deßhalb auch mit mehr Vorsicht geschmiedet werden; er ist durch seine Anwendungen in den Künsten von hoher Wichtigkeit.

Die dritte Sorte, der Gußstahl, wird durch den Guß von einer der beiden vorigen Stahlsorten erhalten. Er hat das Charakteristische, daß er von den Aschadern frei ist, die sich selbst

noch in dem Cementirstahle vorfinden; deßhalb nimmt er denn auch eine schönere Politur an. Lange Zeit hindurch verstand man es in England allein, den Gußstahl zu fabriciren; seit 1809 wird er auch in Deutschland, Rußland, Frankreich, Schweden und in der Schweiz verfertigt.

§. 2.

Fabrikationsmethode des Rohstahls zu Rive.

Um einen Begriff von der Fabrikation des Stahles zu geben, mögen hier die einzelnen Methoden einen Platz finden, deren man sich in den Departements Nievre und Isère und auf den Stahlhütten in Steyermark und Kärnthen bedient.

Fabrikation des Rohstahls zu Rive (Departement Isère), nach Monge's Methode.

1) Man füllt die Esse mit feiner Schmiedekohlenasche, die man sorgfältig aufschichtet und stampft; man nennt diese Operation das Anmachen des Kohlengestübbes; sie dauert drei Stunden. In die Mitte des Herdes setzt man einen Schmelztiegel, der 14 bis 15 Zoll weit und ungefähr 18 Zoll tief ist.

2) In den Tiegel thut man brennende Kohlen, die man mit ausgelöschten Kohlen bedeckt, und macht das Feuer an; man trägt die geschmolzenen Metallmassen hinein; sie werden allmählig erhitzt und zu Stangen gestreckt, die 15 bis 16 Linien ins Gevierte halten; nach Schluß dieser Operation, die 10 bis 12 Stunden dauert, nimmt man aus dem Tiegel eine Eisenluppe heraus, deren Gewicht in der Regel den fünften Theil vom Gewichte der Stahlstangen beträgt.

3) Man nimmt die Schlacke mit der Schaufel fort und reinigt den Tiegel; man bringt die Eisengänse, welche zusammen 12 bis 1300 Pfund wiegen, in den Herd, die einen über die andern; sie werden von einer Zange oder einem Hebeisen gehalten; man umschüttet den Tiegel mit nasser Schmiedekohlenasche; das Ganze bedeckt man mit abwechselnden Schichten von Kohlen und Schlacke und bringt Alles in Fluß. Während des Schmelzens der Eisengänse, welches vier Stunden dauert, bleibt der Schmiedemeister allein zugegen, sieht von Zeit zu Zeit nach dem Feuer, wechselt die Zangen, welche die Gänse halten, untersucht den Fluß mit dem Hebeisen und bringt einige wenige neue Schlacke und Kohle auf den Herd.

4) Sind die Gänse geschmolzen, so treten die Gesellen

wieder an ihre Arbeit; sie bringen die unter 2) gestreckten Stangen auf das Feuer zurück, erhitzen dieselben und zerhauen sie in Stäbe von 14 Fuß Länge, die auf der Stelle gehärtet werden, damit der Stahl Korn bekommt.

Diese Operation dauert 8 bis 9 Stunden; während derselben wird der Fluß, der von einem 5 bis 6 Zoll dicken Schlackenbade bedeckt ist, vom Winde der Blasebälge nicht getroffen; es kann daher auch die in ihm vorhandene Kohle nicht verbrennen, und die Verbindung des Kohlenstoffes mit dem Eisen wird durch den hohen Hitzegrad befördert, den man in dem Herde unterhält.

Der Schmiedemeister sorgt dafür, daß die Schlacken immer klar und flüssig bleiben; bemerkt er, daß sie sich verdicken und den Fluß abkühlen könnten, so wirft er ein Stück Quarz in das Feuer, wo denn die Schlacken sogleich ihre Flüssigkeit wieder annehmen. Geht dagegen der Fluß zu rasch in den teigigen Zustand über, so verstärkt er den Wind, um die Masse umzuschmelzen und zu reinigen. Will der Fluß sich nicht verdicken und bleibt er zu lange flüssig, so verringert man den Wind und die Lebhaftigkeit des Feuers.

5) Ist der Fluß teigig geworden und beinahe in Stahl verwandelt, so nimmt der Schmiedemeister einen Klumpen, hält ihn in den Wind vor der Blasebalgröhre mitten in der Schlacke; der Klumpen, welcher noch einige schlecht verwandelte Theile enthält, reinigt sich dadurch vollends, darf aber nicht zu lange in dieser Lage bleiben, weil er sonst in Eisen übergehen würde.

6) Der Schmiedemeister hebt hierauf den Klumpen schnell aus dem Feuer; ein Geselle faßt ihn mit der Zange und wendet ihn nach allen Richtungen um, während ein zweiter ihn zusammenschlägt; hierauf bringt man ihn unter den Hammer, behaut ihn und schmiedet ihn zu einem Parallelepipedum oder länglichen Würfel aus, auf dessen sämmtliche sechs Seitenflächen man den Hammer fallen läßt.

Auf gleiche Weise werden andere Klumpen herausgenommen und bearbeitet; diese Operation dauert 6 bis 7 Stunden; in der Regel hat man 20 bis 22 Klumpen, die an Stahl etwa $\frac{13}{20}$ und an Eisen $\frac{2}{20}$ bis $\frac{3}{20}$ von der angewandten Flußmasse geben. An Kohlen braucht man auf ein Pfund Stahl höchstens $3\frac{1}{2}$ bis 4 Pfund.

7) Sind alle Klumpen herausgenommen, so schafft man die Kohlen aus dem Tiegel und läßt die Schlacken in Tafeln

oder Kuchen zusammenlaufen; endlich dämpft man das Feuer, indem man den Tiegel mit Schmiedekohlenasche füllt. *)

§. 3.

Fabrikationsmethode des Stahls in Kärnthen.

1) Man läßt das geschmolzene Roheisen aus dem Ofen in Blätter ablaufen.

2) Man bringt diese Blätter ins Feuer, thut Schlacken und Kohlen hinzu und treibt Alles zum Flusse.

3) Man läßt den Fluß unter einem sehr flüssigen und klaren Bade von Kohlenstaub sich reinigen.

4) Ist der Fluß dick geworden, so nimmt man die Kohlen weg, thut in die noch weiche Masse Hammerschlag und Stahlstücke, und bringt sie dann zum zweiten Male in den Fluß.

5) Dieser zweite Fluß wird ganz wie der erste behandelt.

6) Ist der Fluß zum zweiten Male dick geworden, so theilt man die Masse in mehrere Klumpen, reckt diese zu Stangen aus, zerhauet dann die Stangen in sehr kurze Stücke und härtet dieselben.

7) Man sondert den guten Stahl von dem schlechten, dem eisenhaltigen, den harten Stahl von dem weichen. Man legt die Stäbe zu 15 in Bündel zusammen, die härtere Sorte in die Mitte und die weichere nach außen, und schmiedet sie sorgfältig.

Das in den Stahlhütten des Departements Nièvre zu Rive und in Kärnthen befolgte Verfahren ist fast völlig dasselbe. In allen dreien strebt man dahin, die in dem geschmolzenen Roheisen enthaltene Kohle nicht zu verbrennen und eine innigere Verbindung der Kohlentheile mit den Eisentheilen zu bewirken.

§. 4.

Steyermärker Verfahren.

Man bereitet hier den Stahl dadurch, daß man dem Roh-

*) Die Japanesen sollen ihren Stahl dadurch bereiten, daß sie Eisenstangen an sumpfigen Orten mehrere Jahre lang rosten lassen, dann den Rost abmachen und den Kern schmieden, welcher dadurch zu Stahl geworden ist. Nach Tumberg sollen die Japanesen wenig Stahl haben, allein ihre auf diese Weise bereiteten Säbelklingen sollen vorzüglich sein. Dieses Mittel, Stahl zu bereiten, ist indeß auch anderweitig bekannt genug.

eisen eine neue Dosis Kohlenstoff zusetzt, und diese beiden Körper inniger mit einander verbindet. Um Eisen zu erhalten, sucht man von dem geschmolzenen Roheisen den mit ihm verbundenen Kohlenstoff zu trennen.

Die Menge der zuzusetzenden Kohle wird von verschiedenen Schriftstellern sehr verschieden angegeben. Nach Karsten beträgt sie für Rohstahl 5 bis 15, für Cementirstahl 7 bis 19, für Gußstahl 14 bis 20 Tausendstel.

Ehe man das Erz in den Ofen bringt, füllt man in diesen, der bessern Heizung wegen, 40 Maß Kohlen ein. Hierauf schüttet man durch das Loch des Hochofens drei Maß Kohle und ein Maß Erz ein; ein Maß Kohle wiegt 60, ein Maß Erz 300 Pfund. Dann bringt man beide Körper in demselben Verhältnisse weiter ein.

Das Erz giebt in der Regel ein Product von 25 bis 36 Pfund auf 100 Pfund; man gießt ungefähr alle vier Stunden und erhält jedes Mal etwa 400 Pfund Schmelzeisen. Ein arbeitender Hochofen liefert täglich 6000 Pfund Gußeisen.

Das zur Stahlbereitung taugliche Gußeisen muß voll im Bruche sein. Hat es viele Blasen, die mit einer dünnen Oxydschicht von schwarzer oder blauer Farbe überzogen sind, so giebt es gutes Eisen; diese Blasen werden von Luftkügelchen gebildet, welche sich in dem schmelzenden Metalle entwickelten und nicht entweichen konnten; die Luft oxydirte dann das sie einschließende Metall, raubte ihm allen Kohlenstoff und machte es dadurch zur Verwandlung in Stahl weniger tauglich. Das Gußeisen zeigt mitunter in seinem Bruche oder in seinen innern Höhlungen die lebhaftesten und verschiedensten Farben, die wahrscheinlich durch den vorhandenen Braunstein bewirkt werden.

Um Rohstahl zu bereiten, macht man einen Bund aus 5 oder 6 Gußeisenstäben, die zusammen 125 Pfund wiegen. Diese bringt man in den Ofen über Kohlen, um ihr Schmelzen zu befördern, und bedeckt sie mit den Schlacken der vorherigen Operationen. Nach einer Stunde ist der untere Theil des Bundes im Flusse; man stößt das Eisen etwas ein, um es ganz in Fluß zu bringen. Nach Verlauf von zwei Stunden ist der Bund geschmolzen; man läßt ihn etwas abkühlen; er wird dann zuerst teigig und bald darauf fest; man bringt ihn unter den Hammer, wo er eine bestimmtere Form annimmt. Man hauet ihn in zwei Stücke und diese wieder in zwei Hälf-

ten; es entstehen auf diese Weise 8 bis 10 den Bleiblöcken ähnliche Theile, deren jeder 10 bis 12 Pfund wiegt.

Der Arbeiter nimmt drei von diesen Blöcken und schmiedet sie, so lange sie noch roth glühen; nach 20 Minuten bringt er einen von ihnen unter den Hammer zurück; das Ende desselben ist weiß und fast noch flüssig; es wird einen Fuß lang gestreckt. Das andere Ende bringt man ins Feuer zurück. Mitunter geschieht es, daß das erhitzte Ende Risse bekommt; diese Risse entscheiden darüber, ob das Metall sich zu Stahl oder Eisen eignet. Nach 8 bis 10 Minuten bringt man den Block abermals unter den Hammer und streckt auch das andere Ende. Man erhält so eine 3 bis 4 Fuß lange Stange, die man rothglühend im Wasser ablöscht, um ihr Korn zu geben.

Dieser Stahl bricht leicht; er hat ein ziemlich feines Korn und eine graue Farbe; gewöhnlich zeigt er auf seinem Bruche einen bräunlichen Ring, der sich bis zu 1 oder $1\frac{1}{2}$ Linie vom Rande der Stange erstreckt und nach der Mitte hinzieht; man nennt diesen Ring wohl die Rose. Sie ist fast in allen Fabriken ein Zeichen, daß der Stahl sich zum Raffinirtwerden eignet. Im Centrum der Stange ist die Farbe grau; an den innern und äußern Rändern der Rose ist sie mehr weiß.

Wird der Rohstahl der Länge nach zerbrochen, so zeigt er mitunter Facetten, mitunter auch ziemlich lange Fasern.

Nicht alle Stangen sind von gleicher Güte; die schlechtern stehen in der Mitte zwischen dem Eisen und dem sogenannten Mockstahle; man nimmt sie zur Bereitung von Schaufeln, Sensen ꝛc. Ihr Korn ist nicht so fein, als das Korn des Rohstahls; ihre Farbe ist mehr weiß.

§. 5.
Raffinirter oder Gerbstahl.

Aus dem Rohstahle bereitet man den raffinirten oder den Gerbstahl.

Die Stangen werden sorgfältig sortirt und dann zwischen Kohlen rothglühend gemacht. Dann streckt man sie zu dünnen Stangen aus, die in 8 bis 10 Fuß lange Stücke an beiden Enden abgekniffen werden. Diese Stangen bearbeitet man in einer zu dem Zwecke eingerichteten Esse. Man legt eine Schicht kleiner Stahlstangen neben einander, die eine 3 bis 4 Linien von der andern entfernt; auf diese erste Schicht legt man

eine zweite nach entgegengesetzter Richtung und fährt so fort, bis man 6 Schichten über einander liegen hat; jede Schicht enthält 12 bis 14 Stangen. Hat man das Ganze gut mit Kohlen bedeckt, so zündet man das Feuer an und läßt dieses während der ganzen Operation schwach fortbrennen.

In diesem Zustande bleibt das Ganze $1\frac{1}{2}$ Stunde lang, immer kirschroth glühend. Man bringt hierauf die Stangen unter den Hammer und streckt sie zu dünnen Stäben aus, die man dann in 12 Fuß lange und 6 bis 7 Linien dicke Stücke zerhaut. Diese Stangen werden nicht abgelöscht. Der Stahl zeigt in der Regel nach der Operation die Rose.

6 bis 7 von diesen Stangen legt man in einen 25 bis 27 Pfund schweren Bündel zusammen und schmiedet sie zunächst mit dem einen Ende an einander. Man bringt sie dann in die Esse zurück, in welcher man sie 15 bis 20 Minuten läßt; haben sie die Schweißwärme angenommen, so kommen sie unter den Hammer. Man schweißt sie dann in ihrer ganzen Länge zusammen und bildet aus ihnen eine $4\frac{1}{2}$ Fuß lange Stange, die einen 3 Quadratzoll großen Durchschnitt hat; letztere zerhaut man in zwei Enden und reckt jedes zu einer 9 Fuß langen Stange aus, die in der Mitte 10 und an jedem Ende 6 bis 7 Quadratlinien im Durchschnitt hat; diese Gerbstahlstangen läßt man an der Luft kalt werden.

Diese Stahlstangen haben auf ihrer Bruchfläche eine graue Farbe; auswärts ist ihr Korn ziemlich grob; sie sind nicht so glatt wie Eisenstangen, sondern mit Blasen bedeckt, und es trennen sich oft schwarze Schuppen aus Eisenoxyd von ihrer Oberfläche; die Luft, welche auf die rothglühenden Stahlstangen wirkte, hat nämlich ihre Außenseite oxydirt. Hätte man sie in einem Lager von Kohlen oder irgend einer andern Substanz, das die Luft abgehalten hätte, kalt werden lassen, so würden sie eben so glatt wie das Eisen geworden sein.

§. 6.

Fabrikation des Cementirstahls.

Die zweite Sorte, der Cementir- oder Brennstahl, ist in Italien, Deutschland und England seit dem Ende des 16ten Jahrhunderts und in Frankreich seit 1720 bekannt; man weiß nicht, wer und welche Nation ihn zuerst bereitet hat; wahrscheinlich gebührt diese Ehre den Italienern.

Der Cementirstahl ist das Product aus einer gegebenen

Menge Eisen und einer andern Materie, eines Cements, welche fähig ist, dem Eisen die Eigenschaften des Stahles zu geben. *)

Zur Bereitung des Cementirstahls baut man einen Kasten aus Sandsteinen, die man mit Thon an einander kittet; diesen Stahlkasten füllt man abwechselnd mit Schichten von Eisenstangen und Holzkohlen. Die Kasten fassen 40, 60, 80 und selbst 120 Centner Eisen; die Masse wird 4, 5 bis 6 Tage erhitzt, wobei man sorgfältig jeden Luftstrom abzuhalten sucht, um alles Oxydiren zu vermeiden. Manche Fabrikanten brennen ihren Stahl mehrere Male, wodurch derselbe um so vollkommener wird. **) Es ist sehr wesentlich, die Temperatur und die Brenndauer beliebig reguliren zu können.

Zu dem Cemente nimmt man auch thierische Substanzen, Knochen, Horn, Leder, Haare, verbrannte alte Schuhe; man setzt auch wohl mehr oder weniger alkalinische Aschen zu. Das Cement besteht aus denselben Stoffen, deren man sich zum Härten in Bündeln bedient; den Zeitpunkt der Erfindung dieser Härtmethode kennt man nicht; wahrscheinlich ist sie die Veranlassung zur Fabrikation des Brennstahls gewesen, indem das Verfahren bei beiden dasselbe ist.

Gut gelungener Brennstahl ist dem vorhin beschriebenen Schmelzstahle vorzuziehen, weil er keine Eisenadern enthält, die man in diesem antrifft. Dagegen aber hat er das Ueble, daß er in der Regel brüchiger und faseriger ist, indem der Stahl das ganze Gefüge des Eisens behält; alle brüchigen Stellen, alle Risse, Fasern und Blasen des Eisens bleiben auch in dem Stahle. Im Uebrigen scheint dieser Stahl, der zur Verfertigung der Damascenerklingen gebraucht wird, in Asien seit undenklichen Zeiten bekannt gewesen zu sein.

§. 7.

Fabrikation des Gußstahls.

Die dritte Stahlsorte, der Gußstahl, ist der reinste und

---

*) Rinmann hat die Bemerkung gemacht, daß Eisen ohne Berührung mit irgend einem kohlenstoffhaltigen Körper zu Stahl wird, wenn man den Schmelztiegel mit Kohlen umgiebt und ihn so in den Cementirkasten stellt. Nach Becher soll Eisen in einem leeren und völlig verschlossenen Schmelztiegel alle Eigenschaften des Stahls bekommen, wenn man es einer 48stündigen Hitze aussetzt.

**) Lechevalier zu Limoges hat den Stahl 2, 3 und 4 Mal ge-

in seinen Anwendungen den beiden vorhergehenden Sorten vorzuziehen. In Frankreich kennt man ihn seit dem Jahre 1750; England war in Europa lange Zeit das einzige Land, welches den Gußstahl zu bereiten wußte.

Die Beschaffenheit und die Bereitung des Gußstahls hat seit langer Zeit die Aufmerksamkeit der Gelehrten Europa's beschäftigt. Nach Chaptal erhält man guten Gußstahl, wenn man alte Feilen und andere Stahlstücke mit einem Glasflusse zusammenschmelzt. Ein zweites Mittel besteht nach Chaptal darin, daß man kohlensauren Kalk und gepulverte Thonerde in gleichen Theilen mit Eisen in einem Tiegel zusammenschmelzt. Auch soll man aus bloßem Eisen ohne alles Cement Gußstahl erhalten, wenn man dieses in einem Tiegel schmelzt, der in einem zweiten mit Sand gefüllten Tiegel steht. Bergmann schmolz Eisen in einem dicht verschlossenen Tiegel und erhielt einen schwarzen Metallkönig, der sich als einen vorzüglichen Stahl auswies. Unter denen, welche sich um die Fabrikation des Stahls Verdienste erworben haben, verdient vorzüglich Clouet genannt zu werden; er zeigte zuerst die Bereitung des Gußstahls im Großen; er erfand auch den Damaststahl. Fischer aus Schaffhausen stellte zuerst im Jahre 1809 schweißbaren Gußstahl her. Auch den Gebrüdern Poncelet-Roumet gelang diese Fabrikation und sie erhielten dafür im Jahre 1811 einen Preis von 4000 Franken; sie gehören zu denjenigen Fabrikanten, welche am meisten mit dem Auslande Concurrenz hielten, sie fabricirten im Jahre 1811 schon 8900 Kilogr. Gußstahl; schade, daß sie mit der Güte ihres Fabrikats nicht zu concurriren vermochten. Ihr Stahl ist spröde, wenn er kalt auch noch so wenig bearbeitet wird; hämmert man einen Streifen desselben kalt auch noch so wenig, so springt er unter dem Hammer sofort; in der Hitze war er in der Regel sehr brüchig. Sie wendeten als Brennmaterial zum Schmelzen und Strecken ihres Stahles Torf an; unstreitig trug dieser durch seine bituminösen und schwefligen Theile viel zur Verschlechterung des Stahls bei. *) Nach Bergmann's und anderer Chemiker

---

brannt; er beobachtete, daß nach dem ersten Brennen noch etwa $\frac{1}{5}$ schlechter Stahl vorhanden war; er brannte diese Theile zum zweiten Male und fand, daß der Stahl dadurch an Güte gewann. Um eine gute Cementation mit 6- bis 7tägigem Feuer zu erhalten, sind nach Lechevalier's Angabe 40 bis 50 Centner Eisen nöthig.

*) Die in einer Tyroler Eisengießerei mit dem Torfe angestellten Versuche haben folgende Resultate gegeben:

Angaben sind der Schwefel und der Phosphor die Ursache von der Kaltbrüchigkeit des Stahls. Man hat in mehreren Gußeisengießereien die Anwendung des Torfes beseitigt, weil sie Kosten verursacht, Abfall zuwege bringt und das Eisen verschlechtert. Um so nachtheiliger muß der Torf auf den Stahl einwirken.

Die Bereitung des Gußstahls ist ohne Zweifel ein sehr vortheilhafter Erwerbszweig. Es sind erst einige dreißig Jahre, wo zwei englische Fabriken den Bedarf für ganz Europa lieferten. Gegenwärtig bereiten ihn mehrere Völker; so giebt es z. B. in Frankreich jetzt vier Gußstahlfabriken. Um sich Absatz zu verschaffen, verkauft dann jeder einzelne Fabrikant unter den Preisen seiner Mitbewerber; mit dem Fallen des Preises vermindert sich leider in der Regel auch die Güte der Waare, so daß wir meistens nur sehr schlechten Gußstahl erhalten; die Stempel werden nachgemacht, man kann sich nicht mehr auf sie verlassen.

§. 8.

Genauere Eintheilung der einzelnen Stahlsorten.

Man muß gegenwärtig 7 Arten Stahl von einander unterscheiden, nämlich:

1) Natürlichen, Schmelz- oder Rohstahl;
2) Cementstahl;
3) doppelt cementirten Stahl;
4) einfachen Gußstahl, im Wasser gehärtet;
5) doppelten Gußstahl, an der Luft gehärtet;
6) schweißbaren einfachen Gußstahl;
7) doppelten Gußstahl.

Die Sorten 3, 5, 6 und 7 sind neuere Stahlarten.

§. 9.

Gewöhnlicher Rohstahl.

Den gewöhnlichen Roh- oder Schmelzstahl (gemeinen Stahl) bereitet man entweder geradezu aus den Eisen-

---

Man verringerte die bisher genommene Kohlenmenge um einen Theil und ersetzte diesen durch Torf; allein man erhielt nur wenig Metall und zwar von geringer Güte; man verringerte auch die Menge des Erzes, allein der Guß ging nicht ohne Verlust vor sich. Aus vielen Versuchen schien hervorzugehen, daß, wenn Kohle in genügender Menge vorhanden ist, kein Torf zugesetzt werden kann, ohne der Arbeit zu schaden, und daß dieser Zusatz in keiner Beziehung von Nutzen ist. Gab der Ofen graues

erzen oder aus dem schon gegossenen Eisen; im ersten Falle nimmt man in der Regel Eisenspatherze und Rotheisensteine, die man gewöhnlich, um das Eisenerz zu gewinnen, in kleinen Mengen in der sogenannten Teutschschmiede behandelt. Man erhält hier zugleich Stahl, welcher in der ehemaligen Grafschaft Foix (Departement der Arriège) fer fort und fer cedat genannt wurde.

Wendet man Eisen an, so nimmt man das kohlenhaltige, welches man auf dem Frischherde behandelt. Der so gewonnene Stahl heißt im Allgemeinen Schmelzstahl; wird dieser Stahl nur ein einziges Mal auf dem Frischherde bearbeitet, wo er dann immer ungleichmäßig gehärtet ist, so nennt man ihn Rohstahl; verbindet man mehrere Stangen Rohstahl und schmiedet diese zusammen, so erhält man den gleichförmigeren Stahl mit zwei Marken; reckt man den letzteren Stahl aus und schweißt ihn mehrere Male mit sich selbst zusammen, so erhält man einen Stahl von guter Federkraft, welcher dann der Stahl mit drei Marken ist.

Die auf die eine oder andere Art bereiteten Stahlsorten nehmen beim Härten einen Härtegrad an, der von ihrer Verbindung, ihrer Temperatur und Abkühlung abhängig ist; da sie einen mittelmäßigen Kohlenstoffgehalt haben, so verlangen sie auch nur eine mittlere Härte, haben dagegen den Vorzug, daß sie wohlfeil sind und daß sie sich leicht unter sich und mit Eisen zusammenschweißen lassen. Der Rohstahl, der fer fort und fer cedat, eignen sich trefflich zu Ackergeräthen; der Stahl mit drei Marken giebt einen recht guten Stoff zu Degenklingen.

§. 10.

Einfacher Cementstahl.

Den einfachen Cementstahl, den sogenannten englischen Hühnerstahl, erhält man, wenn man geschmiedetes Eisen mit kohlenhaltigen vegetabilischen oder animalischen Stoffen in verschlossenen Gefäßen einer hohen Temperatur, 95 Pyrometergraden, aussetzt. Dabei scheint dann die Qualität des

---

Gußeisen, und man setzte ein Achtel Torf zu, so fing das Metall an, weiß zu werden; nahm man ein Viertel Torf, so war es weiß; war die Hälfte Torf, so erhielt man sehr weißes Eisen. Das graue Eisen liefert den besten Stahl.

Eisens, die Eigenschaft desselben, schneller oder langsamer vom Kohlenstoffe durchdrungen zu werden, und ein mehrmals wiederholtes Schmieden vielen Einfluß auf die Güte des Stahls zu haben. Im Allgemeinen läßt sich der Cementstahl gut schmieden und mit Eisen und unter sich zusammenschweißen; er wird beim Härten sehr hart und nimmt eine schöne weiße Politur an. Obgleich er mitunter böse Bruchstellen hat, so wendet man ihn doch für sich allein vortheilhaft zu Feilen und andern Handwerkszeugen, kurzen Waaren ꝛc. an. Mit Eisen zusammengeschweißt, dient er zum Verstählen der Amboße, Hämmer und Meißel; mit andern Stahlsorten und selbst mit Eisen vermischt, liefert er gute Stoffe zu schneidenden Werkzeugen.

§. 11.

Doppelter Cementstahl.

Der doppelt cementirte Stahl oder der Spornstahl, welcher nach jeder Cementation sorgfältig geschmiedet wird, ist gleichförmiger als der nur einmal cementirte Stahl. Er nimmt eine bessere Politur an, läßt sich leicht unter sich zusammenschweißen und kann aus diesem Grunde in manchen Fällen vortheilhaft statt des Gußstahls genommen werden.

§. 12.

Einfacher Gußstahl.

Der einfache Gußstahl kommt in der Regel aus England. Im Handel kommen zwei Sorten von diesem Stahle vor, der sogenannte Marschall- und der Hundsmanns-Stahl.

Der Marschall-Stahl scheint in Oefen geschmolzen zu werden, die den Oefen der Glashütten ähnlich sind.

Der Hundsmann-Stahl ist in vollkommen ebene Stangen geschmiedet; man scheint ihn in Reverberiröfen zu gewinnen; er ist dem Marschall-Stahl in jeder Hinsicht vorzuziehen. Beide Stahlsorten sind sehr gleichförmig; sie nehmen beim Ablöschen im Wasser einen bedeutenden Härtegrad an, verbunden mit großer Zähigkeit, wodurch sie sich zur Verfertigung von Grabsticheln und Meißeln eignen, die in Eisen, Stahl und die harte Kruste des Gußeisens einschneiden, ohne sich umzulegen, schartig zu werden oder zu zerspringen; sie werden zu der schönen feinen Messerarbeit genommen; beide, und namentlich der Hundsmann, nehmen eine hübsche schwarze Politur an.

Diese beiden bisher aus England bezogenen Stahlsorten sind von großem Nutzen in den Künsten; allein sie sind theuer, und lassen sich nur unter Beobachtung besonderer Vorsichtsmaßregeln schmieden, nachdem man sie zu wiederholten Malen und lange mit Holzkohle in verschlossenen Gefäßen geglüht hat. Ueberdies lassen sie sich mit Eisen und andern Stahlsorten nur sehr schwer, und unter sich selbst gar nicht zusammenschweißen.

§. 13.

Doppelter Gußstahl, der an der Luft härtet.

Der doppelte Gußstahl, der an der Luft hart wird, welche Eigenschaft desselben einige Schriftsteller als eine *zufällige* ansehen, stammt aus Lyon; Poncelet scheint der erste gewesen zu sein, durch den er in den Handel gekommen und in Paris bekannt geworden ist. Er läßt sich leicht und sehr heiß schmieden; er besitzt die besondere Eigenthümlichkeit, daß er, nachdem er geschmiedet oder auch bloß geglüht ist, sich durch bloße Abkühlung an der Luft sehr gut härtet; in dieser letzten Hinsicht kann er für die Künste von bedeutender, bisher nicht vermutheter Wichtigkeit werden.

§. 14.

Schweißbarer einfacher Gußstahl.

Der schweißbare einfache Gußstahl scheint neu und zuerst von Fischer in Schaffhausen hergestellt zu sein; er besitzt in Wahrheit die Vorzüge eines guten Gußstahls, ohne dessen Fehler zu haben. Seine Fabrikationsweise ist bis jetzt unbekannt; man weiß freilich, daß man durch doppelte Cementation des geschmiedeten Eisens einen sehr guten Stahl erhält, den wir unter Nro. 3. (§. 8.) angeführt haben; allein der hier in Rede stehende soll wirklicher Gußstahl sein.

§. 15.

Doppelter Gußstahl.

Der doppelte Gußstahl wurde bekanntlich zunächst in England fabrizirt; in Frankreich scheint er unbekannt gewesen zu sein. Erst Poncelet sandte diese Stahlart von Lüttich nach Paris, und alle Arbeiter dieser Stadt sprechen sich so günstig über diesen Stoff aus, daß die Société d'encouragement dem Fabrikanten desselben einen Preis von 4000 Franken zuerkannte.

§. 16.

Chemische Analyse des Eisens und Stahls.

Jeder Stahl wird in der Regel durch Substanzen gebildet, die für sich den wesentlichen Eigenschaften des Stahls gerade entgegengesetzt sind. Man darf sich deshalb nicht darüber wundern, daß der Stahl oft so höchst unvollkommen ist.

Eine Zersetzung des Eisens ergab im Mittel:

Für graues geschmolzenes Eisen,

Eisen	93,79
Mangan	0,64
Kohle	2,76
Eisenoxyd	2,21
Phosphor	0,21
Kupfer	0,08

Spuren von Schwefel.

Für weißes geschmolzenes Eisen,

Eisen	96,27
Mangan	1,52
Kohle	0,66
Schlacke	0,48
Kupfer	0,05

Der Stahl enthält nach Vauquelin, welcher vier verschiedene Sorten untersuchte, folgende Mischungsverhältnisse:

	Sorte Nro. 1.	Nro. 2.	Nro. 3.	Nro. 4.
Kohle	0,00798	0,00633	0,00789	0,00631
Silicium	0,00315	0,00273	0,00315	0,00252
Phosphor	0,00345	0,00887	0,00791	0,01520
Eisen	0,98551	0,98317	0,98105	0,97597

Nach Clouet besteht der Stahl aus:

	Eisen	Kohle	Silicium	Mangan u. Kupfer
Cementstahl	95,325	0,450	0,225	Spuren.
Hühnerstahl	99,375	0,500	0,125	dergl.
Gußstahl	99,442	0,333	0,225	dergl.
Stahl von Clouet	99,20	0,0	0,80	

Nach Karsten enthält der Schmelzstahl 0,5 bis 1,5, Gerbstahl 0,7 bis 1,9, Gußstahl 1,4 bis 2,0 Procent Kohle.

Alle Substanzen, die außer der Kohle dem Eisen im Stahle beigemischt sind, werden als zufällige angesehen, seitdem Clouet's Versuche uns über die richtige Bildung des Stahls belehrt haben.

Die Reinheit des Stahls ist abhängig von der Geschicklich-

keit des Schmiedes und von dem Hitzegrade, in welchem das Eisenerz bearbeitet wurde. Deshalb enthalten auch die einzelnen Stahlarten eine größere oder geringere Menge von ihren Grundbestandtheilen. Daher denn auch die vielfachen Fehlstellen in den meisten im Handel vorkommenden Stahlsorten.

§. 17.

Deutsche Stahle.

Die im Handel am häufigsten vorkommenden Stahlsorten sind die Stahle aus Deutschland, Ungarn, Schweden und England.

Die deutschen Stahlsorten sind fast sämmtliche natürliche Stahle, von denen manche mehrere Male zusammengeschweißt werden, wodurch sie einen Grad von Güte bekommen, den die nicht geschweißten Stahle nicht besitzen, indem diese fast sämmtlich mit zu vielem Eisen vermischt sind; es findet sich auch oft Eisen auf der Schneide der aus diesem Stahle verfertigten Gegenstände. Will man ein Werkzeug verfertigen, dessen Schneide sich auf der Seite der Stahlstange befinden soll, wie z. B. einen Tischlermeißel, eine Schneiderscheere, so findet man diese Gegenstände, nachdem sie gehärtet sind, an den beiden Schnittflächen weich und auf den Seiten hart, ein Fehler, welcher vom Stahle herrührt und das Werkzeug gänzlich unbrauchbar macht. Mancher Fabrikant und Arbeiter steht in dem Wahne, daß das Eisen durch den zum Schweißen des Stahls nöthigen Feuergrad zerstört werde. Bekanntlich ist der Stahl leichtflüssiger als das Eisen; nach Réaumur, Clouet, Brisson, Hauy u. A. schmilzt der Stahl schon in der Schweißhitze des Eisens. Eine Hitze also, worin sich das Eisen zum Theil ausbrennt, wird den Stahl völlig zerstören. Durch das Schweißen bewirkt man nur, daß das Eisen nicht so sehr zum Vorschein kommt. Nach der Härtung hat sich das Eisen inniger mit dem Stahle verbunden; unter den Hammerschlägen dringen nämlich beide Körper mehr in einander; der Stahl hat nach der Bearbeitung nicht mehr dasselbe Korn, wie vor dem Zusammenschweißen mit dem Eisen, er ist blätteriger geworden.

Unter den deutschen Stahlsorten zieht man den Bertrand, Graber und Goldinberg vor, die zu Vordernberg fabricirt werden, so wie den mit sieben Sternen bezeichneten (Siebenstern), der aus Zweibrücken bezogen wird; der Siebenstern wird im Allgemeinen für den besten gehalten. Es haben deshalb auch

die übrigen Fabrikanten ihren Fabrikaten, um denselben einen bessern Absatz zu verschaffen, dieselbe Marke gegeben, so daß fast alle französischen und deutschen Stahle das Zeichen der sieben Sterne tragen. Der steiermärkische Stahl wird von den deutschen Stahlsorten im Durchschnitt für den besten gehalten; derselbe ist feiner, zeigt auf der Bruchfläche ein gleichförmigeres und feineres Korn, enthält weniger Eisen, kommt aber in der Regel in zu großen Stücken vor *), weßhalb man ihn denn auch nicht zu kleinen Werkzeugen nehmen kann, ohne einen bedeutenden Verlust an Zeit und Material zu erleiden.

§. 18.
Ungarische Stahle.

Die ungarischen Stahlsorten würden den vorhin genannten zum Verstählen der Beile, der Hämmer, als Material der Scheeren zum Kaltschneiden des Eisens u. s. w. vorzuziehen sein; nur haben sie das Unbequeme, daß sie in zu großen Stükken geschmiedet sind; deshalb können sie denn auch von den Messerschmieden, die den ungarischen Stahl kaum kennen, nicht gebraucht werden.

§. 19.
Schwedische Stahle.

Die schwedischen Stahle sind noch besser als die vorigen, weil sie immer reiner sind; ausgezeichnet ist namentlich die mit O. S. bezeichnete Sorte, die auch von diesem Zeichen ihren Namen hat. Sie sind jedoch auch in zu großen Stangen geschmiedet, weßhalb sie nicht zu allen Gegenständen gebraucht werden können.

§. 20.
Italienische Stahle.

Wir haben Gelegenheit gehabt, einen Stahl aus Italien anzuwenden, der von vollkommener Güte war und allen im Han-

*) Die im Handel vorkommenden Stahlstangen werden aus mehr oder weniger reinen kleinern Stangen zusammengesetzt, die man mit größerer oder geringerer Sorgfalt hämmert und zusammenschweißt, das den Stahl an Weichheit übertreffende Eisen dehnt sich mehr unter dem Hammer aus; daher kommt es, daß die kleinern Stangen auch immer mehr Eisen enthalten; die Enden sind jederzeit schlechter als die übrige Stange; man nennt sie deshalb auch rohe Enden.

del vorkommenden vorhin genannten Stahlsorten den Rang ablief; er hatte eine quadratige Form und eignet sich deshalb für viele Gegenstände nicht. Dagegen hatte er einen Vorzug, den man an andern Stahlen nicht antrifft; ein Drittel der Stange war nämlich nach einer der Kanten zu reines, sehr weiches Eisen; ein aus diesem Stahle verfertigtes schneidendes Werkzeug bestand deshalb an seinem Rücken aus weichem Eisen, während die Schneide vollkommener Stahl war. Eine ähnliche Stahlsorte würde große Vorzüge haben.

§. 21.
Englische Stahle.

Es folgen auf diese die englischen Stahle, unter denen der Hühner- oder Blasenstahl, der Spornstahl, der Marschall- und der Huntsmannstahl genannt werden müssen. Die letztern Stahlsorten wendet man an, wenn es sich um ein Instrument handelt, für dessen Güte man von vorn herein einstehen muß. Aus dem Huntsmannstahle werden alle chirurgischen Instrumente verfertigt, die eine feine und zarte Schneide haben müssen.

§. 22.
Französische Stahle.

Frankreich bezog bis in unsere Tage hinein den meisten Stahl, den es brauchte, aus dem Auslande. Der eigene fabricirte Stahl war zu schlecht und wurde auch in zu geringer Menge verfertigt, als daß er dem ganzen Bedarfe entsprochen hätte. Die Epoche der Revolution, die alle Künste und Wissenschaften hob, belebte auch diesen Industriezweig; es giebt gegenwärtig sechs Fabriken auf französischem Boden, in denen Stahl verfertigt wird; mit Bewunderung sieht man das Rivalisiren dieser Fabriken, die sich von Jahr zu Jahr mehr vervollkommnen.

Aus Toulouse erhält man natürliche Stahlsorten, die mit den gleichnamigen deutschen Stahlsorten sehr gut rivalisiren können; auch verfertigen die Vorsteher dieser Fabrik, Robin und Pierret, einen Cementstahl, der die steyermärkischen und schwedischen raffinirten Stahle ersetzt und ihnen an Güte gleichkommt. Wir haben sogar Stahlstangen aus dieser Fabrik verarbeitet, die mit dem englichen Spornstahle den Vergleich aushielten; wir verfertigten daraus Scheeren zum kalten Zerschneiden des Eisens und probirten diese auf gemeinem Stahle,

der gehärtet und in brennendem Talge angelassen war; sie widerstanden sehr gut. Auch verfertigten wir daraus zwei Rasirmesser, die sich als vollkommen gut bewährten. Dieser Stahl hat in den Augen mancher Arbeiter den Uebelstand, daß er sich an der Luft härtet; die meisten Arbeiter wissen diesen Umstand nicht zu benutzen, indem sie die Bearbeitung des Stahls nicht verstehen. Der sich an der Luft härtende Stahl läßt sich nicht leicht anwenden, wenn man gewisse Vorsichtsmaßregeln unbeachtet läßt; ein aus ihm verfertigter Gegenstand läßt sich im Kalten nicht richten. Ein Stahl, der fortwährend diese gute Eigenschaft besäße, würde von großem Nutzen sein, weil man ihn dadurch härten könnte, daß man ihn bis zu dem erforderlichen Grade (118 bis 128°) erhitzte und ihn darauf an der Luft kalt werden ließe; man hat dann keine Krümmung, kein Werfen, kein Drehen und keinen Bruch zu befürchten, Fehler, die beim Härten im Wasser niemals völlig zu vermeiden sind. Um die aus diesem Stahle verfertigten Gegenstände leicht bearbeiten zu können, ließen wir sie in einem Topfe mit Holzkohle schwach rothglühen; hatten sie den gewünschten Hitzegrad erreicht, so wurde der Topf sehr gut verschlossen, um jeden Zutritt der Luft abzuhalten. War Alles gehörig kalt geworden, so wurde der verfertigte Gegenstand herausgenommen, der sich nun eben so gut feilen und biegen ließ, als jeder andere angelassene Stahl.

Die Fabrikanten Milleret zu Laberardière bei St. Etienne-Forêt liefern mehrere Stahle in den Handel, von denen wir vier Sorten probirt haben. Die mit Nr. 3. bezeichnete Sorte, welche die gemeinen deutschen Stahlarten vertreten soll, fanden wir immer vorzüglicher als diese. Die mit zwei Sporen bezeichnete Sorte Nr. 2. soll den englischen Spornstahl vertreten; eine Untersuchung des Korns im enthärteten und nicht gehärteten Zustande zeigte keine merkliche Verschiedenheit, die der einen vor der andern einen Vorzug gegeben hätte; nach der Härtung hatte dieser Stahl ein eben so ausgezeichnetes Korn, wie der englische Spornstahl. Geschmiedet ertrug er einen größern Hitzegrad. Gehärtet und blau angelassen schien er zäher zu sein, indem er dem Zerrissenwerden einen größern Widerstand leistete; in dieser Beziehung müssen wir ihn für vorzüglicher erklären.

Wir probirten noch eine andere Sorte Stahl, der Gußstahl zweiter Qualität liefern sollte; was Korn, Härte, Politur

und Verhalten gegen Salpetersäure anlangte, so hatte sie alle Vorzüge des englischen Gußstahls des sogenannten Marschallstahls; dagegen war sie weniger zähe; sie zerriß leichter und sprang auch als Meißel im Kalten (Hartbetel) gebraucht, leichter aus. — Die vierte Sorte Nr. 1., Gußstahl, die den englischen Huntsmann-Gußstahl vertreten soll, schien uns dieselben Vorzüge wie dieser zu besitzen, welcher Art von Probe wir sie auch unterwerfen mochten. Seit ihrer ersten Fabrikation haben wir daher auch nicht angestanden, sie zu gebrauchen; wir fanden mitunter sogar Stangen, die dem gleichzeitig aus England bezogenen Huntsmannstahle vorzuziehen waren. Wir haben diesen Stahl auch auf verschiedene Weisen geschweißt, und nicht gefunden, daß er sich dabei mehr verschlechtert hätte, als der auf gleiche Weise behandelte Huntsmannstahl.

§. 23.

Damascener Stahl.

Der Damascener Stahl ist eins der schönsten Fabrikate, die man jemals aus der Türkei erhalten hat; er hat seinen Namen von der Stadt Damascus in Syrien, in der er erfunden zu sein scheint. Man fabricirt ihn auch in mehren benachbarten Ländern; die Waffen der alten Indier, Mongolier und mehrer anderer Nationen des Orients waren aus diesem Stahle verfertigt, wie dies die antiquarischen Sammlungen zeigen.

Merkwürdig ist es, daß auch von den sonst auf auswärtige Erzeugnisse achtenden Geschichtsschreibern keiner seine Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand gerichtet hat; in keiner Reisebeschreibung findet sich etwas Genügendes über die Verfertigung dieses Stahls, und man kennt die Art seiner Fabrikation durchaus nicht. Viele behaupten, er sei aus mehren Stahl- und Eisensorten zusammengeschweißt; Andere dagegen meinen, diese Vermischung sei im Schmelztiegel geschehen. Justy vermuthet, daß zwei Stahlsorten, oder auch Eisen und Stahl mit einander verbunden, den Damascener Stahl gegeben hätten; Sthaal pflichtet dieser Ansicht aus dem Grunde bei, weil gutes Eisen und Stahl verbunden und sorgfältig geschmiedet eine Masse geben, welche die verschiedenfarbigen Adern zeigt, wodurch jener Stahl so berühmt geworden ist. Daß der Damascener Stahl nicht das Produkt einer Schmelzung sein könne, ist wohl schon deßhalb einleuchtend, weil zusammengeschmolzene

Metalle nur eine einzige Farbe zeigen, und keine Nuançen oder Adern geben. Schon zwei an einander geschweißte Stahle lassen sich schwer unterscheiden; noch viel weniger kann man zwei zusammengeschmolzene Metalle aus einander finden. Man erhält eine damascirte Fläche, wenn man Eisendraht und Stahldraht zusammenschweißt; läßt man aber die Mischung flüssig werden, so zeigt sich keine solche Oberfläche. Schmölze man indeß zwei Substanzen, jede für sich, gösse sie in demselben Augenblicke in die nämliche Form, und rührte sie dann beim Kaltwerden mehr oder weniger durch einander, so würde man eine verschiedenartige, dem Damascener Stahl ähnliche Oberfläche erhalten (vergl. Taf. 1. Fig. 1, 2, 3.).

Man schreibt dem Damascener Stahle mehrere besondere Eigenschaften zu: 1) Elasticität; 2) die Eigenschaft, Eisen zu zerschneiden, ohne gehärtet zu sein; 3) die Eigenthümlichkeit seiner Farbennuançirung.

Das Härten des Damascener Stahls soll mehren Schriftstellern zufolge durch Luftstöße geschehen, die mittelst zweier länglicher, unter einem spitzen Winkel gegen einander gebauter Mauern, dessen Oeffnung dem Norden gegenüber liegt, hervorgebracht werden; an der Spitze des Winkels befindet sich die Esse oder der Ofen, in welchem die zu härtenden Gegenstände erhitzt werden. Andere behaupten, man befestige die Klingen am Umfange eines Rades, und lasse dieses dann so lange umlaufen, bis sie kalt geworden wären.

Die erste Eigenschaft, die Elasticität, welche man dem Damascener Stahle zuschreibt, ist wohl übertrieben worden. Es wird z. B. behauptet, man könne eine Damascener Klinge so weit umbiegen, daß die Spitze den Griff berühre; eine solche Klinge würde nicht viel taugen, sie hätte zu viel Schwung und der Soldat könnte damit die gewünschte Stelle nicht leicht treffen. Im Allgemeinen sind die Damascener Klingen nicht elastischer als gute europäische Säbel, und eine größere Elasticität würde schädlich sein.

Auch die den Damascener Klingen zugeschriebene Eigenschaft, daß sie Eisen schneiden sollen, ohne gehärtet zu sein, ist nicht gegründet. Der reinste Stahl, den wir kennen, ist der Gußstahl, und dennoch hat kein Land, welches diesen Stahl fabricirt, ihm diese Eigenschaft geben können; wir haben im Gegentheil gefunden, daß der Gußstahl, sorgfältig geschmiedet, weicher als jeder andere Stahl ist, obgleich man ihn an der

Luft härtet. Daß der Damascener Stahl diese Eigenschaft nicht besitze, erhellet auch aus folgendem Versuche: Wir ließen eine Hirschfängerklinge, von welcher wir mit Gewißheit wußten, daß sie türkischer Damascener Stahl war, rothglühen, in der Absicht, um daraus mehre kleinere Gegenstände zu verfertigen. Nachdem wir sie in Stücken zerhauen und diese der Länge nach in der Richtung der anfänglichen Länge der Klinge zertheilt hatten, nahmen wir ein solches Stück, um daraus eine Messerklinge zu verfertigen; nach geendigter Arbeit fanden wir uns sehr getäuscht, denn es war von der ursprünglichen Farbe der Oberfläche (Taf. 9. Fig. 5, a b) nichts mehr zu sehen; die Damascener Blumen hatten sich gänzlich verändert, statt der regelmäßigen ursprünglichen Gestalt waren sie unförmlich geworden und hatten auf beiden Seiten der Messerklinge gar keine Beziehung zu einander; wir konnten das Stück nicht weiter gebrauchen. Mit einem andern noch unversehrten Stücke der ursprünglichen Klinge spalteten wir Ebenholzklötze von 5 bis 6 Zoll Länge; dieses Stück legte sich unter den Schlägen des Hammers am Rücken um; die Falzen wurden wieder zurechtgeschlagen, ohne daß der Stahl gebrochen wäre; auch die Klinge war stumpf geworden. Daraus leuchtet denn ein, daß der Damascener Stahl das Eisen nicht schmiedet, ohne gehärtet zu sein.

Unsere Ansicht über den Damascener Stahl ist folgende: Dieser Stahl ist eine Mischung mehrer verschiedenartiger Stahl- und Eisensorten, welche gut zusammengemischt und zusammengedreht werden, um einen einzigen Körper zu bilden. Dadurch kommen die einzelnen Stoffe an tausend verschiedene Stellen und erzeugen durch ihre Biegungen und Drehungen eine Unmasse von Adern, die dann zufällig die Gestalt einer Pflanze, eines Gefäßes, Thieres, Sternes u. s. w. hervorbringen. Diese Mischung, welche die Adern auf der Fläche der Klingen hervorbringt, bildet nicht die Schneide derselben, sondern dazu wird eine eigene Stahlsorte genommen, wie wir mehrfach Gelegenheit gehabt haben, uns zu überzeugen. Auch Clouet, dem wir unsere Kenntnisse über den künstlichen Damascener oder figurirten Stahl verdanken, sah wohl ein, daß ein so unreiner Stahl nicht Widerstand genug leiste, um eine Schneide zu geben; er schmiedete eine Klinge von Gußstahl zwischen zwei Blätter des figurirten Stahles und erhielt so einen Säbel, der den persischen Damascenerklingen an Schönheit und Elasticität nicht nachstand. Wollte man die ganze Klinge aus der genann-

ten Mischung von Stahl und Eisen machen, so würden auch Eisentheile in die Schneide kommen, wodurch diese fehlerhaft werden müßte.

Wir haben mehrfach Gelegenheit gehabt, Säbel aus Damascener Stahl zu sehen, die aus Egypten mitgebracht waren; an sämmtlichen (mit Ausnahme eines einzigen) war entweder mit bloßem Auge oder mit der Feile oder mit Salpetersäure deutlich wahrzunehmen, daß die Schneide aus einer andern sehr harten Stahlsorte bestand, die von der Feile nicht angegriffen wurde. In dieser Ansicht bestätigte uns ein Dolch, der zufällig im Kreml zu Moskau gefunden und nachher für 200 Franks verkauft war; er hatte 10 Zoll Länge, 15 Linien Breite am Griffe, und war auf türkische Weise geschäftet. Der Stahlstreifen, welcher die Schneide bildete, war vom Griffe an nur 7 Zoll lang; die drei übrigen Zolle bis zur Spitze waren nicht verstahlt, ließen sich an der Schneide, auf dem Rücken und auf den Flächen gleich gut feilen, ganz so, wie der Rücken und die Seiten der übrigen Klinge; wir bogen diesen Theil der Klinge im Schraubstocke unter einem Winkel von beinahe 60 Graden; er blieb in dieser Lage stehen und wurde nachher wieder gerade gerichtet, ohne irgend beschädigt zu werden.

§. 24.

Nachgemachter Damascener Stahl.

Wir haben Versuche angestellt, den Damascener Stahl in der Schmiede nachzumachen. Bei dem ersten Versuche zum Hervorbringen des figurirten Stahles nahmen wir $\frac{1}{5}$ weiches Eisen, $\frac{2}{5}$ gemeinen Stahl, $\frac{1}{5}$ Sporn- und Gußstahl, $\frac{1}{5}$ sprödes Eisen. Wir erhielten dadurch eine Mischung, welche die schönsten Adern und Dessins hatte; allein zu unserm größten Erstaunen waren die daraus verfertigten Klingen nicht an der Luft zu härten, ja sie nahmen nicht einmal durch Ablöschen im Wasser die Härte eines guten gewöhnlichen Stahls an. Um deßhalb unsern figurirten Stahl benutzen zu können, setzten wir jede Klinge aus zwei Blättern desselben zusammen, zwischen welche wir einen Gußstahlstreifen (Taf. 1. Fig. 7.) schweißten; letzterer machte fast den dritten Theil vom Volumen der Klinge aus; auch eine solche Klinge war nach dem Härten nicht sehr elastisch, und zwar war das vorhandene Eisen Schuld an diesem Uebelstande. Nach vielfachen vergeblichen Versuchen und durch eine scharfe Untersuchung der erlangten Resultate fand sich, daß,

wenn wir auch einmal in einiger Beziehung im Kleinen mit den türkischen Klingen rivalisiren konnten, wir doch oft von ihnen übertroffen wurden. Entmuthigt durch den geringen Erfolg, können wir bei der vieljährigen Uebung in der Bearbeitung des Stahls nicht umhin, zu glauben, daß die Natur selbst im Oriente die Güte der dort verfertigten Damascener Klingen zuwege bringt, und daß man dort nur einen in der Erde vorgefundenen Stahl bearbeitet. Auch der Stahl von Bombay, der Wootz, scheint ganz fertig in der Erde sich vorzufinden; er enthält Kieselsteine und Silicium; Messer, welche aus diesem Stahle in England verfertigt werden, zerschneiden Stahldraht und Eisenblech mit derselben Leichtigkeit, wie Papier. Wir können nicht glauben, daß die Bewohner Asiens im Stande sein sollten, einen Stahl zu fabriciren, der den feinen europäischen Stahlsorten den Rang abläuft; denn obgleich man bisher noch nicht genau bestimmt hat, welches die größte Kohlenmenge ist, die ein Stahl aufnehmen muß, um vollkommen zu sein, so ergiebt sich doch aus den Versuchen von Clouet diejenige Kohlenmenge, die nicht überschritten werden darf, wenn der Stahl nicht wieder an Güte verlieren soll. Unter den verschiedenen Kohlenmengen, die einen schmelzbaren und noch hämmerbaren Stahl liefern, ist $\frac{1}{60}$ Kohle die Grenze; über diese Grenze hinaus verliert der Stahl an Güte, er nähert sich dann zu sehr dem Gußeisen, und obgleich er sich noch schmieden läßt, so kann man ihn doch nicht mehr als Stahl gebrauchen, weil er zu wenig zähe ist *). Wie es sich ferner auch mit der angenommenen Eigenschaft des Damascener Stahls, daß er sich an der Luft härten soll, verhalten mag, so ist doch so viel klar, daß, wenn er diese Eigenschaft jedesmal besäße, er ein gleichförmiger Stahl sein müßte und also nicht die figurirten Flächen geben könnte; der Theil reinen Stahles, der höchstens ein Drittel vom Volumen der Klinge beträgt, vermag nicht die zwei andern Drittel eines Stahls, der an der Luft nicht härtet, hart zu machen; die Annahme also, daß die damascirten Klingen an der Luft

*) Diese Kohlenmenge beträgt nach Clouet, Mushet und Morveau 0,016 vom Gewichte des Eisens. Nach Mushet nimmt die Härte des Eisens zu, so wie die Menge des mit ihm verbundenen Kohlenstoffs sich vergrößert, bis diese etwa zu 0,016 der Gesammtmasse angewachsen ist; hier hat das Eisen seine größte Härte; bringt man noch mehr Kohle hinzu, so verringert sich die Härte wieder im Verhältniß des noch ferner zutretenden Kohlenstoffes.

härten, ist irrig. Alle unsere Untersuchungen haben uns immer mehr in dem Glauben bestärkt, daß der Damascener Stahl seine ganze Güte der Natur verdankt, daß die dortigen Arbeiter nur die Kunst verstehen, zwei oder drei solche nuancirte Stahlenden mit einander zu verbinden, die sie nicht weiter zu schmieden vermögen, *) und daß die sogenannten Damascener Blumen eine reine Wirkung der Krystallisation sind. Auch Stodart und Faraday theilen die letztere Ansicht; sie versichern, durch direkte Versuche gefunden zu haben, daß der Wootz auch nach mehrmaligem Umschmelzen seine damascirte Fläche behält, nachdem man ihn geschmiedet und polirt hat; sie halten es daher für sehr wahrscheinlich, daß die so berühmten Damascener Klingen aus diesem Stahle verfertigt, und daß die auf ihnen vorhandenen Figuren ganz einfach durch Krystallisation erzeugt sind.

§. 25.

Härten des Damascener Stahls nach Barker.

Bei dieser Gelegenheit führen wir eine Notiz von Barker, englischem Consul zu Haleb, über das Härten des Damascener Stahls an. Ich hatte, so erzählt Barker, zwei Caramanische Säbel gekauft, die an einigen Stellen vom Roste angegriffen waren; um sie davon zu reinigen, gab ich sie einem Schwertfeger. Er stellte den Versuch in meiner Gegenwart vor Aufgang der Sonne an; letzteres, behauptete er, sei nothwendig, weil er bei zu starkem Tageslichte nicht sehen könne, ob die Klinge überall gleich stark roth glühe, ein Umstand, von welchem das Gelingen der Operation abhänge. Er füllte einen hölzernen Trog, welcher die Länge der Klinge hatte und drei Zoll breit und tief war, mit einer Composition, die er aus gleichen Theilen Sesamöl, Schaftalg, Jungfernwachs und Naphtha, oder vielmehr, weil die Naphtha zu theuer war, aus dem Abschaum dieses Oels zusammengesetzt hatte.

Dann machte er ein Feuer mit Tannenholzkohlen an, welche in Gestalt der Klinge auf die Erde geschüttet und mit Stei-

---

*) Der französische Consul zu Cairo schickte im Jahre 1778 mehre Stücke Stahl nach Paris, unter denen sich auch ein indischer Stahlblock befand, so wie er aus dem Gusse erhalten war; er ließ sich nicht hämmern, und kein einziger Pariser Arbeiter war im Stande, aus ihm ein Werkzeug zu verfertigen.

nen zusammengehalten wurden; er fachte das Feuer mit einem Federwische an, bis die Kohlen lebhaft roth glühten. Auf diese Kohlen legte er die Klinge, bedeckte sie mit neuen noch nicht brennenden Kohlen und fuhr fort anzufachen, bis diese Kohlen eben so stark glühten, wie die erstern. Von der Bestimmung des Augenblickes, in welchem die Klinge den richtigen Hitzegrad hat, hängt das Gelingen der ganzen Operation ab; bleibt sie zu lange im Feuer, so stehen die Damascener Blumen nicht, und ist sie zu wenig erhitzt, so sind die Blumen ungleich. Als die Klinge aus dem Feuer genommen wurde, um sie in die Masse zu tauchen, schien sie mir kirschroth zu glühen.

Die Klinge wurde plötzlich und mit ihrer ganzen Länge *auf einmal* mit der Schneide voran eingetaucht; diese Bedingung ist durchaus unerläßlich; sie blieb in dem Troge, bis sie sich abgekühlt hatte, was mehre Secunden dauerte. Nachdem sie herausgenommen war, wurde sie wieder auf die Kohlen gelegt, um das anklebende Fett wegzuschaffen; als sie aufhörte zu rauchen, ließ man sie kalt werden und nahm dann das Fett vorsichtig mit einem Messer weg. Dieses zweite Glühen scheint mir weniger, wegen Fortschaffung des Fettes stattzufinden, als vielmehr ein Ausglühen oder Anlassen zur Schwächung des Härtens zu sein.

Da die Klinge sich etwas gekrümmt hatte, wurde sie gerichtet, vorsichtig über den Schleifstein gezogen, durch Reiben mit Holz und Schmirgel polirt und zuletzt mit einem Blutsteine gebräunt. Darauf wurde sie mit Kalk abgerieben, um alles noch vorhandene Fett gänzlich wegzuschaffen; hierbei hütete man sich, sie mit den Fingern zu berühren, weil sie sonst nicht schön damascirt erscheint. Zuletzt wurde sie noch mit in Wasser aufgelöster Tabacksasche gereinigt. Man füllte einen Trog mit reinem Wasser, und machte in einem bleiernen Gefäße eine Auflösung von Zagh *) und Wasser, womit die Klinge gewaschen wurde.

---

*) Der Zagh ist ein Salz, welches man auf dem Drusengebirge auf den Rändern einer Quelle bei Ghasir findet. Er ist nach Baruel eine natürliche Zersetzung des Schieferthons und der Kieselsteine, die schwefelsauren Thon und schwefelsaures Eisen giebt.

§. 26.
Zusammengießen mehrer Metalle, um damascirten Stahl zu verfertigen.

Die Klinge, mit der wir uns vorzugsweise beschäftigten, war in gerader Linie von der Spitze bis zum Griffe 31 Zoll lang; die Schneide war umgebogen und hatte eine Länge von 38 Zoll. Sie war nicht biegsam und bestand aus drei Enden, die fast gleich lang, aber ihrer Form, ihren Blumen und ihrer Härte nach leicht zu unterscheiden waren; diese Enden waren aneinander geschweißt und kreuzten sich beinahe zwei Zoll lang (Taf. 1. Fig. 4.). Die Gleichförmigkeit der Blumen, die auf jedem Ende wahrzunehmen war, fesselte unsere Aufmerksamkeit, und wir waren mehr als je bemüht, ein ähnliches Produkt hervorzubringen. Wir hatten schon vor längerer Zeit den Gedanken gefaßt, daß man durch separates Schmelzen zweier verschiedenartiger Metalle, die man im Flusse zusammengießt, so daß sie nur einen Körper bilden, eine den Damascener Blumen ähnliche Nuancirung erhalten müsse. Wir waren deßhalb der Ansicht, daß wir durch weiches Eisen und Gußstahl unsern Zweck müßten erreichen können; die Schwierigkeit bestand in ihrer Verbindung nach dem Gusse in derselben Form. Um eine vollständige Vermischung zu erreichen, construirten wir den auf Taf. 1. Fig. 2. abgebildeten Apparat; ein Drittel weiches Eisen und zwei Drittel Gußstahl, oder vielleicht auch beide zu gleichen Theilen können gute Dessins geben; indessen muß das Mengenverhältniß durch die Erfahrung bestimmt werden. Wir stellten zwei Proben an, erhielten aber nur ein einziges Mal eine sehr kleine Stange, die gut damascirt war.

§. 27.
Neuere Versuche zum Nachmachen des Damascener Stahls.

Seit einigen Jahren haben sich die Chemiker aller europäischen Nationen mit gutem Erfolge auf die Fabrikation des Damascener Stahls gelegt; vor Andern müssen wir hier Fischer von Schaffhausen, Stradart und Faraday zu London und Breaut zu Paris nennen, durch deren Untersuchungen die Sache gefördert ist; wir führen hier die Resultate dieser Untersuchungen an:

700 Theile guter Stahl und 40 Theile Aluminium geben

zusammengeschmolzen eine hämmerbare Masse, die sich in verdünnter Schwefelsäure lieblich damascirt.

500 Theile von dem nämlichen Stahle und 67 Theile Aluminium geben ein Gemisch, welches sich sehr gut schmieden läßt und sich damascirt. Das Stück hatte alle die schönen Eigenschaften des Wootz oder des Stahls von Bombay.

500 Theile Stahl geben mit einem Theile Silber geschmolzen eine Verbindung, die den besten Stahl übertrifft; die Güte dieses Gemisches rührt von dem wenigen Silber her. *) Fischer erhielt mit demselben Gemische dasselbe Resultat; es ließ sich sehr gut schweißen und hämmern, hatte ein feineres Korn als der gewöhnliche Gußstahl, ließ sich auch besser härten, wodurch es vor dem Gußstahle einen Vorzug erhielt; Scher- und Federmesser aus ihm übertrafen die aus dem besten Gußstahle verfertigten.

Eine Mischung von Stahl und Platin geht in Fluß über bei einem Hitzegrade, bei welchem der Stahl allein sich nicht ändert; diese Verbindung nimmt eine vortreffliche schwarze Politur an und wird nicht matt.

Rhodium mit Stahl zusammengeschmolzen, giebt einen hohen Grad von Härte und Elasticität. Diese Härte ist so bedeutend, daß zum Anlassen der aus dieser Mischung verfertigten schneidenden Werkzeuge eine Temperatur von 30 Graden Fahrenheit (etwa 17 Centesimalgrade) mehr erfordert werden, als für den besten Wootz, obgleich dieser schon 40 Grade Fahrenheit (22° Cent.) mehr braucht, als der vorzüglichste englische Stahl.

---

*) Schon seit dem Jahre 1800, wo wir unsere Werkstatt einrichteten, hatten wir mehre Male bemerkt (und unser Meister hatte uns zuerst im Jahre 1798 darauf aufmerksam gemacht), daß Silberfeilspäne, die immer mit etwas Stahl vermischt sind, wenn man die Stahltheile vor dem Flusse nicht mit einem Magnete sorgfältig entfernt, geschmolzen, jedesmal ein mehr oder weniger großes Stahlkügelchen geben, welches so hart ist, daß es jeder Feile widersteht. Wir wußten nicht, ob der Stahl diese ausgezeichnete Härte dem Borax oder dem Silber verdanke. Angeregt durch diese mehrmals beobachtete Thatsache, brachten wir eines Tages in 1½ Mark im Flusse befindlichen Silbers ein Quentchen Stahl, welches sogleich in Fluß überging; nach abgegossenem und kalt gewordenem Silber fand sich ein Stahlkügelchen, welches etwas mehr als ein Quentchen wog, folglich schwerer geworden war. Es wurde daraus ein Grabstichel geschmiedet, der die aus Huntsmanns = Stahle verfertigten Schermesser sicher angriff. Wir haben diese Bemerkung mehrfach mitgetheilt, ohne daß von ihr Notiz genommen worden wäre.

Valerius schmolz Eisen und Silber zu gleichen Theilen zusammen, und bekam eine streckbare harte Masse, die vom Magnete angezogen wurde.

Morveau hielt ein ähnliches Gemisch in Fluß, wobei die beiden Metalle sich von einander trennten, ohne daß eines von ihnen im Zustande der Reinheit sich darstellte.

Coulomb giebt die Menge des mit dem Silber verbundenen Eisens auf 0,003, und die des mit dem Eisen verbundenen Silbers auf 0,012 an, wodurch er einen Stahl von ausgezeichneter Härte erhielt.

Spielmann fand, daß Silber mit Stahl verbunden, die Härte des Stahls bedeutend vermehrt. Auch Fourcroy hatte schon vor langer Zeit dieselbe Bemerkung gemacht.

Fischer stellte im Jahre 1832 folgenden Versuch an: $1\frac{3}{4}$ Loth verkohltes Eisen wurde mit einem gleichen Gewichte pulverisirter reiner Thonerde vermischt und einer so großen Hitze ausgesetzt, daß das Eisen hämmerbar wurde (160 Grad Wedgwood); man erhielt daraus ein Schmelzkorn von genau einem Lothe; der Bruch war körnig, silberfarbig, ins Gelbliche ziehend. Der Rückstand war ein nach Schwefel riechendes schwarzes Pulver, welches gleichfalls ein Loth wog. Das genannte Korn schmolz man mit 5 Unzen Gußstahl zusammen, und erhielt einen Zain von $10\frac{1}{2}$ Loth. Die Bruchfläche zeigte sich in vertikale Blätter krystallisirt, von denen einige glänzten, andere matt waren. Der Zain hielt die Hammerschläge aus und wurde in eine Stange ausgereckt, die 12 Zoll lang, 3 Linien breit und $1\frac{1}{2}$ Linie dick war. Nach dem Ausrecken hatte die Bruchfläche kein so schönes Korn, wie der gemeine Gußstahl; nachdem aber die Stange nur zur Rothbräune gehärtet war, zeigte sie ein so feines Korn, daß es kaum mit bloßen Augen wahrgenommen werden konnte; die Bruchfläche war grau-lich-weiß, ungefähr wie Porzellan. Die Härte war überraschend; der Stahl ritzte den schönsten gehärteten Stahl und die englischen Rasirmesser; er widerstand einem vortrefflichen Grabstichel. In Schwefelsäure getaucht, damascirte er sich sehr schnell. Salpetersäure gab ihm eine matte dunkelgraue Farbe.

Auch Breaut zu Paris hat Versuche zur Darstellung des damascirten Stahls gemacht; er zeigte Klingen vor, welche die wellenförmigen Zeichnungen des türkischen Damascenerstahls besitzen.

Zweites Capitel.

Schmieden des Eisens und Stahls.

§. 28.

Wichtigkeit der Schmiedekunst.

Die Schmiedekunst stand zu allen Zeiten weit über den andern Handwerken; die große Schärfe, mit welcher der Hitzegrad bestimmt werden muß, bei welchem zwei Eisen oder zwei Stahle mit einander verbunden werden, oder bei welchem man aus einem brüchigen Eisen oder Stahle ein festes und gesundes Stück zu verfertigen hat, welches dem Zwecke entspricht, zu dem es bestimmt ist, erfordert eine kleinliche Berücksichtigung so vieler Umstände, daß es schwer hält, sie Jemandem klar zu machen, der in die Sache selbst nicht eingeweiht ist. Die Beschaffenheit der Kohlen, der Stahle, der gemäßigte oder beschleunigte Zug des Blasebalges, die größere oder geringere Entfernung des Gegenstandes von der Röhrenspitze u. s. w. sind eben so viele Schwierigkeiten, welche manche Arbeiter kaum zu überwinden vermögen.

§. 29.

Schweißwärme.

Der Schmied hat jedesmal zwei Eisen oder zwei Stahle oder ein Eisen und einen Stahl mit einander zu verbinden; man nennt dies das Schweißen.

Um sich zum Schweißen einzurichten, hat man zunächst sein Feuer gut zu reinigen, den Metallschaum, die schwarzen und schwefligen Steinschlacken und den Hammerschlag zu entfernen. Unter Hammerschlag versteht man die ihrer brennbaren Theile beraubte fast flüssige Kohle, welche sich an die Oberfläche des Eisens oder Stahls ansetzt, sie umgiebt und in sie eindringt. Hat man das Feuer tüchtig angefacht, so legt man die zu schweißenden Stücke hinein; man muß vom Anfange an tüchtig heizen, weil sich die Stücke sonst calciniren und auf ihrer Oberfläche in Schlacken verwandeln, die man nur mit Mühe entfernen kann. Die Stücke werden dann allmählig weich und fangen sogar an, auf der Oberfläche flüssig zu wer-

den; man bezeichnet diese Hitze durch Schweißwärme (schweißwarmer Stahl). Dieser Hitzegrad giebt sich durch die Funken zu erkennen, die sich in der Flamme erheben und umhersprühen; es sind dies Metallstückchen, welche sich durch die große Hitze losmachen und entzünden. Zur Beurtheilung des Hitzegrades wird der Stahl noch von Zeit zu Zeit aus dem Feuer herausgenommen; ist das Stück sehr groß, so läßt sich dieses Mittel nicht gut anwenden, und man hilft sich dann in den einzelnen Fällen auf mancherlei andere Weisen; beim Schmieden von Ankern untersucht man die Hitze mit einem Haselnußstocke; bei Amboßen wendet man dasselbe Mittel an, oder man deckt auch das Stück von der Seite auf, um zuzusehen, ob die Hitze stark genug ist; die Rohrschmiede untersuchen ihre zu schmiedenden Läufe, indem sie das Ende derselben mit der Hand anfassen; sie bemerken dann ein Aufsprudeln, welches von den sich losmachenden Theilen herrührt, und welches den hinreichenden Hitzegrad anzeigt.

Ist die Hitze so gleichförmig als möglich durch beide Stücke verbreitet, so bringt man sie auf den Amboß; beide sind zuvor schnabelförmig zugerichtet (Taf. 1. Fig. 7.), und werden mit diesen Schnäbeln über einander gelegt; hämmert man dann die Fuge tüchtig, so verbinden sich beide Körper zu einem einzigen Stücke.

§. 30.

Fortschaffen des Schwefels aus dem Essenfeuer.

Es ist vorhin schon bemerkt worden, daß man beim Reinigen des Feuers die schwarzen und schwefligen Steine entfernen müsse. Die erstern sind nicht brennbar; sie röthen sich, ohne Wärme zu geben, stören daher die Wirkung des Feuers und geben eine fehlerhafte Schweißwärme. Die schwefligen Massen greifen das Eisen an, oxydiren dessen Oberfläche und verhindern das Schweißen; in Folge des Flusses des Schwefels adhäriren nämlich diese Massen dem Eisen und stehen der Vereinigung beider Metalle im Wege. Bekanntlich enthalten die Steinkohlen in der Regel viel Schwefel, welcher sich an die genannten Steine setzt; mitunter ist der Schwefel durch die ganze Kohle verbreitet, und dann kann er den guten Erfolg der Schmiedearbeiten gänzlich vernichten. Der Schwefel greift die Metalle: Gold, Silber, Kupfer ꝛc. heftig an; läßt man einen Schwefeltropfen auf eine Silberstange fallen, so wird man,

wenn man die Stange unter einem Hammer= oder Walzwerke ausreckt, auch wenn man sie erhitzt, den Fleck nach der Politur noch wahrnehmen. Noch heftiger wirkt der Schwefel, wenn die Metalle im Flusse sind. Auch auf Eisen und Stahl wirkt der gemeine Schwefel mit Heftigkeit ein. So verwandelt, nach Réaumur's Versuchen, der gemeine Schwefel, mit der Kohle in gleicher Menge angewandt, weiches Eisen in ein völlig unbearbeitbares, verhindert auch die Kohle, das Eisen in Stahl zu verwandeln. Die Güte des Eisens hängt von den Minen ab, aus denen man es gewinnt; sind diese schwefel= oder arsenikhaltig, so wird man daraus schwerlich einen guten Stahl bekommen; er wird immer spröde und brüchig sein. Die Chemie führt den Schwefel als ein künftiges Auflösungsmittel des Eisens und Stahles, selbst bei einem geringen Grade von Hitze auf. Findet sich daher beim Erhitzen des Eisens oder Stahls Schwefel in der Schmiede, welcher der Steinkohle sein Dasein verdankt, so wird man das Eisen und den Stahl nicht schweißen können. Oft ist er in den Steinkohlen in solcher Menge vorhanden, daß man ihn beim Schmieden an dem Geruche erkennen kann, und er ist dann nicht, wie einige Schriftsteller geglaubt haben, in dem Stahle, sondern in der Kohle vorhanden.

Hiernach ist es denn für die Schmiede von großer Wichtigkeit, ein sicheres und leicht anwendbares Mittel zum Fortschaffen des Schwefels aus dem Feuer zu kennen; sie werden dadurch die mannichfachen Fehler vermeiden, mit denen viele geschmiedete Gegenstände behaftet sind. Manche Schmiede, namentlich solche, die in großen Werkstätten gearbeitet haben, kennen dieses Mittel; den meisten Schmieden und namentlich denen auf dem Lande, für die es in gewissen Beziehungen am nützlichsten ist, ist es unbekannt. Es besteht darin, daß man eine Handvoll See= oder Kochsalz in das Feuer wirft, wenn das Eisen zum Schweißen fertig ist; das Salz zerknistert und nimmt den Schwefel mit fort. Man hat dabei seine Augen in Acht zu nehmen.

§. 31.

Beseitigung des beim Schweißen vorhandenen Kupfers.

Eine zweite Substanz, welche die Schmiedearbeiten oft nicht gelingen läßt, ist das Kupfer. Gewiß wird mancher Schmied in Erfahrung gebracht haben, wie hinderlich dieses

Metall ist, mag man mit ihm löthen, oder mag man ein vorhin mit ihm gelöthetes Eisen zu schweißen haben. Das Schweißen wird dann fast unmöglich, wenn man das Kupfer nicht zuvor aus dem Feuer entfernen kann. Bekanntlich löthet man 2 Eisen- oder 2 Stahlstücke oder Eisen und Stahl mit Hülfe des Kupfers.

Soll ein vorhin gelöthetes Stück geschweißt werden, so sucht man das Kupfer gewöhnlich dadurch zu entfernen, daß man es abfeilt. Dieses Mittel läßt sich nicht gut anwenden, wenn das Stück hohl ist; man reibt es dann vergebens ab, es wird immer Kupfer sitzen bleiben.

Man schweißt indeß auch das mit Kupfer gelöthete Eisen ohne diese Vorsichtsmaßregel; man erhitzt es nämlich bis zur Schweißhitze, ganz so, als wäre es nicht gelöthet; beim Herausnehmen aus dem Feuer hält man die beiden schweißenden Enden in die Höhe; in dieser Lage bringt man sie auf den Amboß, das kalte Ende nach unten; das flüssige Kupfer läuft dann von dem heißen Theile ab, und das Eisen läßt sich eben so leicht schweißen, als wenn gar kein Kupfer vorhanden wäre.

Will man das Kupfer aus dem Feuer entfernen, so geschieht dies ganz auf dieselbe Weise, wie beim Schwefel. Man wirft Salz auf das zum Schweißen fertige, in der Esse befindliche Eisen; das flüssige Kupfer verdampft dann durch das vorhandene Salz und verläßt das Eisen, welches sich nun leicht schweißen läßt. Auch zerstoßene Kreide, auf das Eisen geworfen, thut dieselben Dienste.

§. 32.

Hämmern des zu schweißenden Stahls.

Um ein Stück gut zu schweißen, ist es nicht genug, wenn man es aus dem Feuer nimmt und tüchtig hämmert, sondern die Hammerschläge müssen auch eine bestimmte Richtung haben.

Bei den oben beschriebenen Methoden der Stahlbereitung in Kärnthen und Steyermark haben wir gesehen, daß die gemeinen Stahle aus Schichten bestehen, deren Menge in verschiedenen Fabriken verschieden ist. Nimmt man nun den zum Schweißen fertigen Stahl auf den Amboß und läßt mehrere tüchtige Hammerschläge auf die breite Seite dieser Schichten fallen, so verbinden sich diese; hämmert man dann aber auch die schmalen Seiten der Schichten, so streben die Schichten, die ohnehin we-

gen der Hitze in einer loseren Verbindung sich befinden, von einander loszugehen; sie werden sich dann auf ihrer breiten Seite krümmen, und der Stahl faltet sich auf der Fläche; wie man denn auch hämmern mag, man wird fast jedes Mal ein brüchiges Stück bekommen. Es ist ein sehr gewöhnlicher Fehler vieler Schmiede, das zu schweißende Stück auf beiden Seiten zu hämmern; es ist unvermeidlich, daß dabei die Arbeit brüchig wird.

Hat man den schweißglühenden Stahl auf den Amboß gelegt, so läßt man schnell und lose mehrere Hammerschläge auf die Länge, in welcher er schweißt, und auf die Fläche der genannten Schichten fallen; dann hämmert man gleichfalls, aber loser, die Seite und die ganze Länge, welche glüht, aber mit der Vorsicht, daß man nicht zwei Mal auf dieselbe Stelle schlägt; hierauf schlägt man wieder kräftiger und schneller auf die breite Fläche, und dann wieder lose auf die Seite; nachdem dieses geschehen ist, kann man auf beiden Seiten schmieden, und man wird dann viel sicherer einen gut geschweißten Stahl erhalten, als wenn man von Anfang an auf beiden Seiten schmiedet. Geschieht letzteres zu früh, so trennt man durch jeden Seitenschlag die Stahlschichten wieder, die man durch den vorangegangenen Flächenschlag mit einander verbunden hatte. Ist der Stahl einmal zusammengeschweißt, so muß man ihn sorgfältig so lange hämmern, als er noch heiß genug ist, so lange er nämlich noch nicht dunkler als ochsenblutroth glüht, insofern das Stück nicht zu voluminös ist; dabei hat man jedoch darauf zu achten, daß man am Ende der Schweiße nicht auf beiden Seiten hämmert (ein Fehler, in welchen sehr viele Arbeiter verfallen), weil man dadurch fast immer brüchigen Stahl bekommt. Es ist oft fast unmöglich, diesem Uebel abzuhelfen, entweder weil das Stück zu schwach ist oder weil man zu dünnen Stahl hat oder weil das Stück zu schnell fertig wird. Hat man den Stahl zu dünn geschmiedet und man will ihm dann durch Schmieden wieder mehr Dicke geben, so faltet sich der Stahl auf der breiten Seite; bringt man diese Falten auch durch fortgesetztes Hämmern fort, so bleiben sie doch im Innern des Stahles und öffnen sich beim nachherigen Härten.

Hat man dem Stücke die erste Schweiße gegeben, so bringt man dasselbe ins Feuer zurück, da es selten beim ersten Schweißen fertig wird; man muß dann sehr sorgfältig darauf

achten, daß die Glühhitze nicht die safrangelbe Farbe überschreitet, welche zwischen der Weiß- und Hellrothglühhitze in der Mitte liegt. Auch muß das Stück, um diese Hitze aushalten zu können, noch eine gewisse Dicke haben; die Hitze greift sonst den Stahl auf den Flächen an und bringt in ihnen Funkenlöcher hervor, die man weder mit der Feile noch auf dem Schleifsteine beseitigen kann, wenn man das Stück nicht gar zu dünn machen will; überdies verdirbt der Stahl durch die zu große Hitze.

Um endlich einem Stücke Vollkommenheit zu geben, muß man darauf achten, daß man die Hitze gegen das Ende der Arbeit zu immer mehr abnehmen läßt; die letzten Schweißen dürfen die Kirschröthe nicht übersteigen. Das Stück kommt dann reiner aus dem Feuer; der in der Kohle enthaltene Schwefel hat nicht Zeit, sich an das Metall zu setzen und dasselbe anzufressen, weßhalb man denn das Stück besser für die Feile zurecht schmieden darf, weil man auf keinen so großen Abfall zu rechnen hat. Man spart daher an Zeit, Material und Kohle, und die Arbeit wird besser.

§. 33.

Auswahl der Stangen zum Schweißen.

Soll ein zierliches und sauberes Stück geschmiedet werden, so muß man, von welcher Beschaffenheit dasselbe auch sonst sein mag, immer etwas starken Stahl nehmen. Einem solchen Stahle kann man dann die hohe Schweißwärme mittheilen; dadurch werden die Theile desselben besser vereinigt, die etwa vorhandenen brüchigen Stellen beseitigt, sämmtliche Theile vollkommener mit einander verbunden; man erhält reinere Flächen, eine dichtere Schneide und daher ein vollkommneres Stück. Man täusche sich in dieser Beziehung nicht; ein auf die Güte seiner Arbeit sehender Schmied wird immer seinen Vortheil in einer etwas dickern Stahlstange finden.

Es ist früher schon angeführt worden, daß die Stahlbunde aus Eisen und Stahl von verschiedenen Qualitäten zusammengesetzt werden; da nun das Eisen weicher ist als der Stahl, so giebt es unter dem Hammer mehr nach und verlängert sich also stärker. Je kleiner die Stangen sind, desto stärker werden sie gereckt und desto mehr wird der Stahl durch die wiederholten Schweißen zerstört; daraus erklärt sich der Nachtheil, den dünnere Stangen vor dickern haben.

Es giebt viele Arbeiter, die ihren Stahl zu raffiniren suchen, wenn sie Gegenstände verfertigen wollen, die einen besondern Werth haben sollen; sie verbinden nämlich mehrere Eisen- und Stahlsorten von verschiedener Qualität. Das daraus resultirende Instrument ist dann weniger brüchig; der glückliche Erfolg hängt von der größern oder geringern Geschicklichkeit des Arbeiters ab; eine übel geleitete Schweiße verschlechtert den Stahl. Wir selbst haben wohl mehrere kleine Stücke unseres Abfalles, der immer Eisen und Stahl enthält, mit einander verbunden, indem wir sie in eine Art Futteral von Eisenblech einschlossen und so in die Esse brachten, um sie zusammenzuschmieden. Aus der Mischung streckten wir dann eine 8 bis 10 Linien breite, beinahe 2 Linien dicke und 15 bis 20 Zoll lange Stange; auf eine 4 bis 5 Linien dicke, feine Stahlstange wurde von beiden Seiten eine etwa 2 Linien dicke Stange gemeinen deutschen Stahls und auf diese wieder von jeder Seite eine der vorhin zugerichteten Stangen gelegt. Diese fünf Stangen gaben zusammengeschmiedet einen Bund; nachdem das Ganze einmal geschweißt war, schmiedeten wir daraus ein Stück, dessen in der Mitte befindliche Schneide aus feinem Stahle bestand. Wenn also, wie dies wirklich geschehen ist, behauptet wird, die unpaare Anzahl von Stangen sei ein Vortheil, so ist dies ein Irrthum, und eine solche Behauptung kann von keinem praktischen Arbeiter ausgehen. Für Instrumente freilich, wie für große Scheeren oder Tischlermeißel, bei denen sich die Schneide auf einer der Seitenflächen befindet, bedarf es nur zweier Stangen, einer aus feinem Stahle und einer zweiten aus gemeinem Stahle oder aus Eisen. Durch das später mitzutheilende Verfahren des Nachlassens wird man solcher Stahlzubereitungen, die immer sehr kostbar sind, überhoben; wir haben dadurch Stücke erhalten, die völlig elastisch, hart an der Schneide, weich am Rücken und nicht brüchig waren.

§. 34.

Verhüten der Oxydation des Stahls beim Schweißen.

Schweißt man Stahl allein, oder Stahl auf Stahl, oder Stahl auf Eisen ꝛc., so wirft man Thonerde, Sand, zerstoßene Scherben in das Feuer, um das Schweißen zu erleichtern; dies geschieht nur zu dem Ende, um zu verhüten, daß das Metall durch den Wind des Blasebalges nicht oxydire, wodurch die

Vereinigung der Flächen erschwert werden würde. Besser ist es, zerstoßenen Sandstein anzuwenden, weil er schneller schmilzt; er verbreitet sich über den Stahl und verhindert, daß sich der Kohlenschaum und die noch flüssigen Schlacken an der Oberfläche des Metalls festsetzen.

§. 35.

Hartkörner in geschmiedetem Stahle.

Zum Verdrusse sehr vieler Stahlarbeiter tritt häufig der Fall ein, daß ein geschmiedetes Stück nur an einzelnen Stellen der Feile widersteht, welche man Hartkörner nennt. Diese Stellen sind so hart, daß die besten Feilen fruchtlos darüber hingleiten; sie haben die Größe eines mittelmäßigen Stecknadelkopfes und bilden nach dem Feilen einen Vorsprung auf der Fläche des Stahls. Diese Hartkörner befinden sich jedoch nicht bloß auf der Oberfläche, sondern sie sind durch die ganze Masse verbreitet. Merkwürdig ist dabei, daß man sie selten in einem nicht geschmiedeten Stahlstücke findet; auch kann man sie aus dem geschmiedeten Stahle fortschaffen.

Härtet man ein Stahlende, in welchem sich viele Hartkörner vorfinden, und zerbricht es dann, so zeigt es sich ungleichartig; einige Stellen sind hart, andere weich. Es ist sehr wahrscheinlich, daß diese Fehler von dem Schmieden herrühren.

Wir wissen aus dem Frühern, daß der Stahl nur ein Eisen ist, dem man auf künstlichem Wege seine Bestandtheile zuführt, und daß letzteres im Feuer geschieht; auch ist bereits angeführt worden, daß bei einem zu starken Hitzegrade sich diese Bestandtheile verflüchtigen. Um nun von der Mitte der Stange an die Oberfläche gelangen zu können, häufen sie sich stellenweise an und bilden hier und dort kleine Kugeln, die, wenn dann das Feuer unterbrochen wird, in dem Metalle sitzen bleiben und die Hartkörper bilden, während die Stellen, aus denen diese Bestandtheile entwichen sind, weich sein müssen.

§. 36.

Verschiedene Behandlung der einzelnen Stahlsorten in der Schmiede.

Die ihrer Natur, ihrer Güte und ihrer Fabrikationsweise

nach verschiedenen Stahlsorten erfordern auch eine verschiedene Behandlung in der Schmiede.

Die erste Sorte, der natürliche Stahl, war niemals wirkliches Eisen; er ist das anfängliche Eisenerz, dem man die dem Eisen fremdartigen Theile mehr oder weniger genommen und den Kohlenstoff während des Flusses in minderem oder stärkerem Verhältnisse zugesetzt hat. Nach dem Gusse reckt man daraus Stangen, die man in drei Fuß lange Enden zerschneidet. Aus diesen verfertigt man Bunde, die je nach den verschiedenen Fabriken 9, 11, 13 und 15 Stangen enthalten, von denen die reinsten in die Mitte kommen. Diese Masse wird in 3 bis 4 Schweißen geschmiedet. Die Schweißen und das Ausrecken werden bald mit größerer, bald mit geringerer Sorgfalt ausgeführt, woher es kommt, daß diese Stahlstangen in der Regel brüchige Stellen haben. Deßhalb muß der Arbeiter, der diesen Stahl verbraucht, ihn erst in einer ersten Schweiße schmieden und dann die Hitze, sowie er das Stück weiter zu Ende bringt, abnehmen lassen. Werden die Schweißen zu heiß und zu oft wiederholt, so verdirbt der Stahl und geht allmählig in den Zustand von Eisen über.

Obgleich dieser Stahl mehr Hitze aushalten kann, als die andern Stahlsorten, und sich nicht so leicht ändert, so muß man ihn dennoch mit Vorsicht behandeln; die Hitze für die letzten Schweißen darf höchstens bis zur Hellröthe gehen. Bei einem minderen Hitzegrade bleibt der Stahl weicher.

Der Cementstahl, der an Güte den vorigen übertrifft, will mit noch mehr Vorsicht behandelt sein. Er läßt sich schweißen, aber nur schwach, und man muß den Hitzegrad sehr mäßigen und darauf achten, daß dieselbe immer schwächer wird, sowie das Stück weiter fortschreitet. Zu starkes und zu oft wiederholtes Schweißen verdirbt den Stahl gänzlich, und er geht leichter in den Zustand des Eisens über, als der gemeine Stahl. Nach dem Härten ist dann sein Korn viel gröber, als es eigentlich sein sollte; täuscht man sich außerdem noch über den Hitzegrad zum Härten, so wird er spröde, und eine aus ihm verfertigte Schneide ist immer schartig; ein solcher Stahl ist in keiner Beziehung so viel werth als gemeiner Stahl, der nur halb so gut bearbeitet ist.

Der Gußstahl ist der reinste von allen Stahlsorten; er enthält mehr eigentliche Stahltheile; deßhalb ist er auch leicht-

flüssiger und empfindlicher im Feuer als anderer Stahl und muß mit größerer Behutsamkeit behandelt werden. Bei der ersten Schweiße, die man diesem Stahle giebt, wenn man aus ihm ein Stück verfertigen will, welches mehrere Schweißen erfordert, kann man den Hitzegrad bis zum Safrangelben treiben; bei jeder folgenden Schweiße muß dagegen die Hitze abnehmen, und die letzten dürfen die Kirschröthe nicht überschreiten. Eine stärkere Hitze verdirbt den Stahl, und zwar um so mehr, je heißer und länger die Schweißen sind; seine Textur verändert sich bedeutend, er wird grobkörniger als gemeiner Stahl bei demselben Hitzegrade, sobald dieser über den ihm eigenthümlichen Grad hinausfällt. Sein Widerstand, seine Güte, seine Härte nimmt ab, und er wird schlechter, als gut bearbeiteter gemeiner Stahl.

§. 37.

Schmieden des Eisens.

Man unterscheidet zwei Sorten von Eisen, das warmbrüchige und das kaltbrüchige.

Das erstere, welches von den Arbeitern gewöhnlich das rothbrüchige genannt wird, ist sehr zäh; es bricht unter dem Hammer, wenn es heiß ist, und wird oft von den Arbeitern als das schlechteste aller Eisensorten verworfen; allein es ist das kostbarste aller Eisen, wenn man es gehörig zu benutzen weiß, wie wir uns durch vielfach wiederholte Versuche überzeugt haben.

Man muß dieses Eisen fast bis zum weißen Flusse erhitzen und es dann schmieden; ist die Farbe bis ins Bräunliche herabgesunken, so darf man es nicht ferner schmieden, weil es bei diesem Hitzegrade unter dem Hammer brechen würde. Man fährt mit der Bearbeitung fort, so wie es dunkel kirschroth geworden ist und hämmert es auch noch kalt; man kann selbst die Abkühlung durch Eintauchen in Wasser beschleunigen und dann mit dem Hämmern fortfahren. Vielfache Versuche haben gezeigt, daß rothbrüchiges Eisen, so bearbeitet, viel besser Widerstand leistet, als andere Eisensorten. Nach den Versuchen, die im Arsenale zu Lyon angestellt wurden, verhält sich die Zähigkeit dieses Eisens zu den andern Sorten wie 4 zu 3.

Das rothbrüchige Eisen scheint diese seine Vollkommenheit dem Vorhandensein eines andern Metalles, z. B. dem Zink oder Kupfer, zu verdanken. Geht das mit dem Eisen verbundene Metall in Fluß über, ehe das Eisen weich geworden ist, so hört die Verbindung unter den Theilen auf, und das Metall

bricht unter dem Hammer; treibt man den Hitzegrad so weit, daß beide Metalle weich werden, so kann man sie ohne Gefahr bearbeiten. Wird der Hitzegrad vermindert, so tritt die Verbindung wieder ein; man muß dann warten, bis beide kalt geworden sind, ehe man sie weiter hämmern darf. Man darf nicht erwarten, daß das mit dem Eisen verbundene Metall durch den hohen Hitzegrad verbrannt wird; wäre dies der Fall, so müßte das Eisen weich werden; allein das rothbrüchige Eisen behält diesen seinen Fehler immer, und man muß bei jeder nachfolgenden Schweiße dasselbe Mitel anwenden, wenn man das Eisen vortheilhaft benutzen will.

Das kaltbrüchige Eisen muß man in zwei Sorten unterscheiden. Die eine Sorte ist deshalb kaltbrüchig, weil sie auf den Hütten schlecht bearbeitet und die Kohle, die sich im Zustande des Flusses in ihr befand, nicht vollkommen oder ungleichmäßig verbrannt ist, so daß sie Stahltheile in sich enthält. Die zweite Sorte verdankt ihre Brüchigkeit dem Phosphor oder der Phosphorsäure, womit das Eisen als Erz verbunden ist, und von denen es in den Hohöfen nie völlig gereinigt wird. Es hält sehr schwer, diesem Fehler abzuhelfen, wenn es nicht beim Abtreiben selbst geschieht. Rinmann verbesserte ihn auf folgende Weise. Er setzte im Flusse befindlicher Metallschlacke Kalk zu gleichen Theilen zu; von der erhaltenen glasigen Masse ververmischte er 140 Theile mit 260 Theilen flüssigen kaltbrüchigen Eisens; dadurch erhielt er weiches, hämmerbares Eisen von bester Qualität.

§. 38.

Schweißen des Gußstahls.

Die meisten Schriftsteller, welche über Gußstahl geschrieben haben, behaupten, daß er sich weder mit sich selbst, noch mit zwei Eisenstücken zusammenschweißen lasse, weil er zu leichtflüssig sei. Man hat indeß gegenwärtig mehrere Methoden, diese Vereinigung zu bewirken.

Man verdünnt ein Stück Gußstahl nach der einen Seite zu in Gestalt einer Rasirmesserklinge; desgleichen richtet man ein Stück gemeinen Stahls zu. Letzteres wird zusammengefalzt, und in die Falte der Gußstahl dergestalt gelegt, daß der dünne Theil des einen sich dem dickern Theile des andern gegenüber befindet. Das Ganze überzieht man mit aufgeweichter Thonerde, um das Feuer von der Fuge abzuhalten und keine schwef-

liche oder andere fremdartige Theile in dieselbe einzulassen; so zugerichtet legt man das Stück in die Esse und erhitzt es bis zum Schweißglühen; dann bringt man es auf den Amboß, hämmert es gehörig und erhält so ein gesundes Stück. Man bewahrt dabei die Seite, an welcher der Gußstahl am dicksten ist, aus welcher hernach die Schneide des zu verfertigenden Instrumentes gemacht wird.

Zu Paris und Lyon verstählen die Zeugschmiede mit diesem Stahle die Schlagstöcke, auf welchen die Flitter (die Gold- und Silberringe zu Stickereien) gemacht werden; man verstählt auch wohl Schlagstöcke für Klempner mit diesem Stahle. Zu Rouen und Lyon schweißen ihn die Messerschmiede mit Eisen zusammen und verfertigen daraus Messer.

Man schweißt den Gußstahl auch auf folgende bisher noch nicht beschriebene Weise. Man feilt die zu verbindenden Flächen, denen man schon die Gestalt (Fig. 7. Taf. 1.) gegeben hat, mit der Grobfeile ab, so daß sie rein sind, aber rauh bleiben, wodurch ihr nachheriges Aneinandergehen erleichtert wird. Die Flächen bestreicht man mit Borax, den man mit Wasser auf einer steinernen oder kupfernen Platte zu Brei angerieben hat. Dann legt man die Flächen zusammen, bestreicht auch die Fuge mit Borax und bindet das Stück mit Eisendraht, der die erforderliche Dicke hat, daß er die Hitze auszuhalten vermag. Hierauf legt man das Stück in Holzkohlenfeuer, nachdem man zuvor in die Esse einen Schlagstock oder einen mit aufwärts gekehrter Bahn in das Gestiebe eingegrabenen Hammer gesetzt hat; Letzteres geschieht, damit der Gegenstand sich nicht zu sehr abkühlen könne, wenn man ihn aus dem Feuer auf den Amboß bringt, ist also vorzüglich bei kleinen Gegenständen zu empfehlen. Man erhitzt das Stück bis zur Hellröthe, einem Hitzegrade, den er leicht aushält; der Borax fängt bei dieser Hitze an wie Loth zu schmelzen. Man schlägt dann, nachdem man das Stück auf den Schlagstock gebracht hat, kräftig auf die Fuge, wodurch die beiden Theile sich so fest verbinden, als wenn sie gar nicht geschweißt wären; nachher kann man das Stück auf beiden Seiten schmieden. *) — Zum Gelingen dieses Verfahrens ist

*) Bei einem Versuche mit schmelzendem Silber fielen einige Kohlenstücke in den Tiegel, die wir mit einer kleinen Zange herauszunehmen versuchten. Die Zangenspitzen tauchten dabei in das fließende Silber und den gleichzeitig flüssigen Borax ein und glühten in der hohen Temperatur roth. Da die beiden Enden der Zange zusammenzuhängen schienen, so

Uebung erforderlich; erhält man keine gute Schweißung, so ist irgend eine Unreinigkeit in die Fuge gekommen, Schlacken oder Schwefel; zur Entfernung des Schwefels behält man möglichst wenig Steinkohlen. Auch kann die Operation dadurch mißlingen, daß man zu langsam gewesen ist (zu schnell kann man nicht verfahren), oder daß der Hitzegrad zu schwach oder zu stark war. Namentlich muß man eine zu große Hitze vermeiden, weil sich der Borax dabei verzehrt, und sich dann leicht ein fremder Körper in die Fuge drängt, welcher das Schweißen verhindert. Außerdem verliert auch der Stahl durch zu große Hitze seine Güte.

§. 39.

Schweißen des Eisens und Stahls mit Borax.

Die Anwendung des Borax zur Erleichterung der Verbindung des Eisens kennen alle Arbeiter, die in großen Werkstätten gewesen sind, seit langer Zeit, und nur seine Anwendung für den Gußstahl ist neu. Hat man ein Eisen- und ein Stahlstück in Bereitschaft, um irgend ein Instrument, ein Grabscheit, eine Sense, ein Beil, eine Hacke, ein Pflugmesser u. s. w. zu verfertigen, so findet sich, nachdem man es dünne gehämmert hat, darin oft ein sogenannter Wolf, d. h. eine Stelle, wo das Metall sich entweder wegen zu großer Hitze, oder wegen Eindringens eines fremdartigen Körpers nicht mit einander verbunden hat. Um diesen Fehler zu beseitigen, durchsticht man den Wolf mit einem Bunzen, thut gepulverten Borax hinein und erhitzt das Stück bis zur Hellröthe, wo dann der Borax im Flusse ist. Bringt man dann das Stück auf den Amboß, und läßt mehrere Hammerschläge rasch hinter einander auf den Wolf fallen, so schweißt sich der Stahl vollkommen gut. In diesem Falle ist das hier beschriebene Verfahren von großem Nutzen und sogar unentbehrlich; denn das Eisen ist zu dünn, um den Hitzegrad auszuhalten, der zum Schweißen erfordert wird, weil dieser nahe an der Flußhitze liegt; wollte man dem Stücke diese Hitze mittheilen, so würden die Ränder ver-

---

nahmen wir sie aus dem Feuer auf den Amboß, und schlugen 2 oder 3 Mal lose mit dem Hammer darauf, um den Borax loszumachen. Wir waren nicht wenig erstaunt, als wir die beiden Enden zusammengeschweißt fanden. Diesem Zufalle verdanken wir das beschriebene Verfahren, von welchem wir damals glaubten, daß es noch nicht weiter bekannt sei, was es aber allerdings war, wie wir später in Erfahrung brachten.

brennen, ehe die Mitte, wo sich vielleicht der Wolf befindet, die gehörige Wärme erhalten hat. Silber, Kupfer und wahrscheinlich auch Gold kann man auf dieselbe Weise schweißen.

§. 40.

Verstählen von Hammerbahnen mit Gußstahl.

Zum Verstählen einer Hammerbahn mit Gußstahl wendet man folgendes Verfahren an. Man schmiedet Gußstahl in Stäbe von 3 bis 4 Linien ins Gevierte, härtet sie und zerbricht sie in kleine Stücke, welche man in einem vorher zugerichteten, auf den Amboß gestellten eisernen Ring legt. Man macht das zu verstählende Eisen, welches eine solche Größe haben muß, daß es leicht in den Ring hineingeht, schweißwarm, setzt es innerhalb des Ringes auf die vorher mit etwas Borax bestreueten Stahlstückchen und giebt dann rasch einige der Größe des Eisens angemessene Hammerschläge darauf. Durch die Hitze schmilzt der Borax, und der gleichfalls erhitzte Stahl dringt dann in das Eisen ein und schweißt mit ihm zusammen. Durch eine zweite leichte Schweiße wird das Stück vollendet. Mit etwas Geschicklichkeit gelingt die Arbeit leicht. Wir haben auf diese Art Hämmer verstählen gesehen, die klein waren und etwa ein Viertelpfund wogen; unstreitig wird das Verfahren auch bei größern Hämmern gelingen.

§. 41.

Andere Methoden zum Zusammenschweißen von Eisen und Gußstahl.

Man spaltet das Ende einer Eisenstange entweder in der Mitte oder an der Seite und richtet sich ein Gußstahlstück in Form eines Keils zu. Das Eisen macht man schweißwarm und streut etwas gepulverten Borax darauf, während es erhitzt wird; gleichzeitig erhitzt man den Stahl bis zur Hellröthe. Haben beide Stücke den richtigen Hitzegrad, so nimmt man sie zugleich aus dem Feuer, schiebt den Stahl in die Spalte des Eisens und schlägt 2 oder 3 Mal auf das Ende der Stange, die man gegen den Amboß hält, damit der Stahl gut in die Spalte eindringt; dann legt man das Stück platt auf den Amboß und schlägt mehrere Male mit dem Hammer darauf; hierauf schlägt man auch lose auf die Seite, und dann wieder auf die Fläche, und vollendet nun das fernere Schweißen wie beim gemeinen

Stahle. Man verbindet so das Eisen mit dem Stahle, ohne daß dieser die zum Schweißen anderer Stahlsorten erforderliche Hitze ausgehalten hat. Bei fortgesetzter Uebung gelingt die Operation bald.

Nach einer andern Methode kantet man ein Eisenstück schräg ab, richtet ein Stück Gußstahl auf gleiche Weise zu, reinigt die Esse, bringt beide ins Feuer und erhitzt sie wie vorhin. Man setzt zerstoßenes und geschmolzenes weißes Glas, Ammoniak oder Borax zu; haben beide Stücke den nöthigen Hitzegrad, so bringt man sie auf den Amboß und bearbeitet sie, als wenn man 2 Eisenstücke, die beide schweißwarm gemacht sind, mit einander zu verbinden hat.

Diese beiden Methoden wurden uns mitgetheilt; wir versuchten beide und sie glückten uns vollkommen. Das letztere Verfahren wurde im Jahre 1795 von dem Engländer Frankland in Vorschlag gebracht, der aber weder Glas noch Borax anwandte; die Schmiede versuchten es, es wollte aber nicht gelingen und wurde deßhalb verworfen. Das Verfahren war indeß schon im Jahre 1792 in Lyon bekannt, wo es die Mechaniker anwandten; wir können jedoch nicht angeben, ob sie sich des Glases, des Borax oder des Ammoniaks bedienten.

Wir theilen hier noch eine Methode zum Schweißen des Gußstahls mit, die wir durch Zufall entdeckten. Stahle von verschiedener Güte und Größe, die mehrere Male in Branntwein gehärtet waren, lagen seit längerer Zeit in unserer Werkstatt, ohne daß sich eine Gelegenheit dargeboten hätte zu ihrer Benutzung. Als wir daher eines Tages einen Hartbetel brauchten, nahmen wir dazu ein Gußstahlstück, dessen Ende lange vorher in Branntwein gehärtet war. Es wurde ins Feuer gelegt, als zufällig Jemand hereintrat, durch dessen Unterhaltung der Stahl vergessen wurde. Als wir wieder an ihn dachten, war er schweißwarm geworden und wir glaubten ihn verloren; dennoch versuchten wir ihn zu schmieden, und als er den ersten Hammerschlägen widerstand, wurden wir aufmerksam und bearbeiteten ihn nun sorgfältig; wie groß war aber unsere Verwunderung, als wir nach vollendeter Arbeit den Stahl eben so gesund, ohne Risse und Bruchstellen fanden, als hätten wir gemeinen Stahl bearbeitet. Wir schrieben dieses günstige Resultat dem Branntwein zu, wiederholten den Versuch und erhielten abermals ein glückliches Resultat. Wir probirten es darauf auch, solchen in Branntwein gehärteten Stahl mit gemeinem

Stahle und mit Eisen zusammenzuschweißen, und die Operation gelang jedes Mal vollkommen. Es ist damit ein neues schätzbares Mittel zur Bearbeitung des Gußstahls gegeben.

Drittes Capitel.

Nachlassen des Stahls nach dem Schmieden.

---

§. 42.

Gewöhnliches Verfahren.

Unter Nachlassen versteht man in der Schmiedekunst die Operation, durch welche man einen aus Stahl verfertigten Gegenstand zum Feilen weich zu machen bezweckt. Man bringt den Gegenstand zu diesem Ende in ein Kohlenfeuer und glüht ihn roth.

Das bei den meisten Schmieden gebräuchliche Verfahren ist folgendes: Hat man eine Menge von Gegenständen nachzulassen, so bindet man die kleineren, um sie leichter wiederfinden zu können, mit einem Eisendrahte zusammen, facht ein tüchtiges Feuer an, bringt die Gegenstände hinein und deckt sie in den Kohlen zu. Sehr oft schüttet man auch Hammerschlag darüber, welcher durch seine Ungleichheiten kleine Züge bildet und das Feuer lebhafter macht; in der Regel glüht dann das Stück nicht bloß roth, sondern sogar weiß. Die Gegenstände bleiben in dem Feuer, bis die Kohlen gänzlich verzehrt sind; nimmt man sie aus dem Feuer heraus, so sind sie dergestalt angegriffen, daß sich Schuppen oder Schlacken davon losmachen, wenn man sie von einer Seite nach der andern biegt. Ein Gegenstand, der 487 Gran wog, verlor auf diese Weise $9\frac{3}{4}$ Gran. Diese Schuppen sind Stahloxyd und verkohlter Stahl; sie sind zerreiblich und werden vom Magnete angezogen, woraus hervorgeht, daß sie wirklich metallischer Natur und nur ein mehr oder weniger verunreinigter Theil des Gegenstandes sind, den sie umgeben. Zerbricht man sie, so unterscheidet man eine rohe Masse, die ein grobes Korn hat; sie sind ein verdorbener Stahl. *)

---

*) Eine eiserne Rührstange, die auf dem Herdboden eines Hochofens

Läßt man denselben Gegenstand zum zweiten Male nach, so greift das Feuer ihn abermals an; es bilden sich neue Schlacken, und ein feines Stück kann dadurch um die Hälfte in seinem Gewichte vermindert werden. Die Oberfläche wird oxydirt, es bilden sich beträchtliche Lagen verkohlten Stahls, von denen man keinen Nutzen zu ziehen vermag.

Bei den Versuchen, die Réaumur anstellte, um fehlerhafte Stahlgegenstände durch Nachlassen zu verbessern, ließ er einmal einen solchen Gegenstand einen ganzen Tag lang in dem Feuer; beim nachherigen Schmieden war er mit einer Eisenschicht umgeben und hatte sich um mehr als ein Drittel verringert. Bei einer noch längern Dauer des Feuers blieb nur in der Mitte Stahl. Trieb man die Operation zu Ende, so verschwand der Stahl völlig und ging wieder in das anfängliche Eisen über. Bemerkenswerth ist dabei, wie Réaumur sagt, daß dies ohne ein starkes Feuer bei einem Hitzegrade geschieht, bei welchem der Stahl über den Kohlen seine Natur nicht verändert haben würde.

Aus einer Menge von Versuchen fand Réaumur, daß die zu stark erhitzten Theile zu reinem Eisen wurden; hieraus ist erklärlich, warum beim Raffiniren des geschmolzenen Eisens, wenn man dasselbe in zwei gleiche Theile theilte und den einen nach dem andern schmolz, der eine Theil vollkommener Stahl, der andere reines Eisen wurde.

§. 43.

Schädlichkeit der gewöhnlichen Nachlaßmethode.

Dem Vorstehenden zufolge ist leicht zu begreifen, daß die Veränderung, die der Stahl an der Außenseite erleidet, sich theilweise auch auf sein Inneres erstrecken müsse, wenn die Hitze mehr oder minder beträchtlich ist, und daß dasselbe stattfinden müsse, wie lange man ihn auch dem Feuer aussetzen möge, und ob dieses beim Schmieden, beim Nachlassen oder beim Härten geschehe; in jedem Falle wird sich der Stahl verschlechtern. Hiernach läßt sich erwarten, daß das Nachlassen dem Stahle nur schädlich sein kann. Auffallend ist dabei, daß

---

lag, war zur Hälfte geschmolzen; im Bruche zeigte sich die dem Feuer zugekehrte Seite als weiches Eisen von 2 Linien Dicke; die darauf folgende dickere Schicht war Stahl, und die äußere, der Luft zugekehrte Seite hatte alle Eigenschaften des rohen Eisens behalten.

man nur in wenigen Gewerken, eben wegen der zu verfertigenden Arbeit, so viel Stahl verarbeitet als in der Messerschmiederei, und daß man gerade hier das Nachlassen anwendet; es ist dies um so mehr zu verwundern, da die Messerschmiede Methoden haben, wodurch sie den ihren Arbeiten zum Grunde liegenden Stahl verbessern oder wenigstens vor dem Verderben schützen können, welche andere Handwerker nicht kennen. Dagegen darf man frei behaupten, daß sie gerade es sind, welche am allermeisten dahin zu streben scheinen, ihren angewandten Stahl zu verderben.

Eine von den Arbeitern sehr gepriesene Methode zum Nachlassen des Stahls besteht darin, daß sie den Stahl mit Thonerde umgeben und ihn so in einem Feuer glühen lassen, dessen Dauer durch die Kohlen bestimmt wird, womit man das Stück umgiebt. Mitunter sind sie sogar so vorsichtig, je nach der Größe der zu bearbeitenden Stücke neue Kohlen zuzuschütten. Andere Arbeiter bereiten aus Oelen, Fetten, Blut, Asche u. s. w. einen Teig, umgeben damit ihre Arbeiten und bringen sie so in ein starkes Feuer, obgleich es bekannt ist, daß alle diese Substanzen dem Stahle schädlich sind. *) Man behauptet, den Stahl dadurch weicher gemacht, d. h. die Hartkörner entfernt zu haben, die sich in ihm befinden. Man will also einen Fehler, an welchem man selbst Schuld ist und den man hätte vermeiden können, durch ein gleichfalls fehlerhaftes Verfahren verbessern. Die äußersten Schichten werden ganz verbrannt und springen ab; die nachfolgenden Schichten gehen in weiches Eisen über, und auch die Mitte verschlechtert sich, wenn das Feuer länger fortwirkt.

Levavasseur brachte im Jahre 1802 die Anwendung von Eisenfeilicht mit Eisenspänen in Vorschlag, um darin den Stahl nach dem Schmieden nachzulassen. Auch die Juweliere

---

*) Réaumur wollte Stahl in Eisen verwandeln und wandte dazu Thonerde, Gyps, Mergel, Kreide, ungelöschten Kalk, Knochenkohle 2c. an; alle diese Substanzen führten den Stahl in sein ursprüngliches Eisen zurück. Auch Bergmann, Rinmann, Clouet und andere Metallurgisten unterwarfen den Stahl der Einwirkung des Thons, des Sandes, der Asche, Knochenkohle, Kreide, des Mergels, der Alkalien, der Neutralsalze, des zerstoßenen Glases 2c.; sie fanden, daß der Stahl allen seinen Kohlenstoff verloren hatte und nachher nicht mehr gehärtet werden konnte. Auch Grignon versichert, daß Stahl, in Thonerde cementirt, in den Zustand von weichem Eisen zurückkehrt.

und Kupferschmiede nehmen Eisenfeilicht und lassen damit ihren Stahl in Tiegeln oder Eisenblechkasten, die sorgfältig verschlossen sind, rothglühen und dann kalt werden. Dadurch wird dann, wie Hassenfratz versichert, das Stück etwas entstählt, weil der Kohlenstoff an das Eisenfeilicht übergeht, weßhalb man das Verfahren mit Vorsicht anwenden muß; ja oft ist man, seiner Versicherung zufolge, gezwungen, das so nachgelassene Stahlstück abermals zu cementiren. Levavasseur ist sogar noch weiter gegangen; er oxydirt die Stahlstangen auf ihrer Oberfläche mit dem kräftiger einwirkenden Seewasser und schließt sie mit dem auf gleiche Weise oxydirten Eisenfeilicht in einen zugemachten, tüchtig erhitzten Kasten ein; eine in der Mitte des Kastens angebrachte Probe zeigt das Fortschreiten der Operation an. Man läßt mit dem Feuer nach, wenn man will, und läßt dann Alles sich ruhig in dem Kasten abkühlen.

Wie schwer es hält, ein einmal festgewurzeltes Vorurtheil auszurotten, ergiebt sich aus Folgendem. Unter allen Instrumenten ist ein gutes Rasirmesser am schwersten herzustellen, und der glückliche Erfolg hängt bei ihm am meisten vom Zufall ab. Hat man es geschmiedet, so läßt man es nicht nach, weil man der einmal hergebrachten Meinung nach der Ansicht ist, daß der Stahl so seine ganze Güte bewahrt. *) Warum verfährt man nun mit andern Instrumenten, die aus demselben Stahle verfertigt sind und ebenfalls gut sein müssen, nicht eben so? warum nicht eben so mit andern Stahlsorten? Wenn man der Ansicht ist, daß das Nachlassen den Rasirmessern schaden könne, warum soll es den andern Gegenständen nicht schaden? und weßhalb soll allein das Nachlassen dem Gußstahle, aus dem die Rasirmesser verfertigt werden, nachtheilig sein? Die Wirkung des Feuers ist immer dieselbe und kann den einen Stahl nicht verbessern, während sie den andern verschlechtert, wenn nicht irgend ein anderes Mittel hinzutritt.

Wir führen hier noch eine Beobachtung an, welche die Mangelhaftigkeit des gewöhnlichen Nachlassens beweiset. Wir hatten eines Tages Messerklingen in der Schmiede vergessen, die eine Stunde lang weißglüheten; beim Wiederauffinden wurden sie, weißglühend wie sie waren, in den Kohlenstaub der Schmiede geworfen und kühlten sich dort ab; sie waren biegsam

*) Ein einzelner Arbeiter mag hin und wieder davon eine Ausnahme machen, wird dann aber auch wohl selten ein gutes Rasirmesser liefern.

wie Eisen und ließen sich sogar in eine sehr feine Schraube ausdrehen, ohne zu springen. Beim Bruche zeigten sie ein grobes Korn, ungefähr so, wie zu stark erhitzter gemeiner Stahl; zwischen gemischt waren gräuliche Blätter, welche auf Eisentheile hindeuteten. Wir härteten die Klingen bei einem Hitzegrade, wie er dem feinen Stahle zukommt; der Hintertheil hatte eine mittlere, aber geringere Härte, als der Gußstahl, der Vordertheil war nicht hart. Einige ließen sich auch nach dem Härten noch zusammenbiegen; das Korn war immer unrein, wie bei einem zu stark gehärteten Stahle.

§. 44.

Nutzen eines zweckmäßigen Nachlassens.

Dennoch ist das Nachlassen eine sehr nützliche Operation; nur muß sie ihre Grenzen haben. *) Ein dünnes, etwas kalt geschmiedetes Stück härtet sich unter dem Hammer und kann selbst zerbrechlich werden, wenn man es zusammendrehen, richten oder wieder aufdrehen muß, was bei einem kleinen Gegenstande sich nicht leicht im heißen Zustande bewerkstelligen läßt, namentlich, wenn es sich um eine genaue Form handelt. Da der Stahl nach dem Schmieden zu solcher Behandlung in der Regel zu brüchig ist, so läßt man ihn nach; folgendes Verfahren eignet sich dazu unseres Erachtens am meisten; viele Arbeiter kennen dasselbe, allein den meisten mag es wohl unbekannt sein, weßhalb wir es hier mittheilen; wir wenden es seit langer Zeit, wo wir uns von den Vorzügen desselben überzeugten, einzig und allein an; wir sahen auch andere Arbeiter Gebrauch davon machen, allein sie standen in dem Glauben, ihre Arbeit dadurch nur abkürzen zu können, und dachten nicht daran, daß, wenn sie ihren Stahl auch nicht verbesserten, derselbe dadurch wenigstens nicht verschlechtert wurde.

---

*) Wir haben wohl statt der Kohle Holz zum Nachlassen des geschmiedeten Stahles genommen, und dieser wurde weich; obgleich wir aber auch das Feuer mäßigten, so entstanden doch immer beträchtliche Schlackenschuppen. Um der Oxydation vorzubeugen, verschlossen wir den eisernen Kessel (Taf. 4. Fig. 7.), worin die Operation vorgenommen wurde, sorgfältig; als das Ganze hinreichend rothglühte, ließen wir es in diesem Zustande kalt werden; es schien uns indeß, als ob der auf diese Weise nachgelassene Stahl niemals sich gut härtete.

In der Folge löschten wir das Feuer aus, wenn das Ganze hinlänglich rothglühte.

Man läßt den Stahl nur dunkelroth bis zur Farbe des Ochsenblutes glühen, und wirft ihn dann in den Kohlenstaub der Schmiede zum Kaltwerden, oder taucht ihn ins Wasser, wenn er seine rothe Farbe völlig verloren hat. Letzteres sieht man, wenn man ihn gegen das Licht hält, oder noch besser in einer dunkeln Ecke der Schmiede. Der Stahl wird dann eben so weich und noch weicher, als wenn man ihn mitten in Kohlen geglüht hätte. Dabei hat er aber den Vorzug, daß er keine Hartkörner bekommt und nicht, wie sonst, zu seinem Nachtheile verändert wird. Man muß die größte Aufmerksamkeit darauf verwenden, daß man dem Stahle den möglichst geringen Grad von Hitze giebt, weil er dann um so weicher wird; je stärker man ihn glüht, desto härter wird er; er dehnt seine Poren aus, bekommt Hartkörner und verdirbt sogar, zumal wenn man ihn zu lange der Wirkung des Feuers aussetzt. Man kann daher ein schwaches Glühen nicht zu sehr empfehlen. Er läßt sich hernach kalt hämmern, und man braucht ihn nur unter die Hammerbahn zu bringen, um ihn auszuschlagen, ein Umstand, worüber sich der wundern wird, dem diese Art des Nachlassens unbekannt ist, denn bei einer andern Methode bringt man es schwerlich dahin.

Dieses Nachlassen macht den Stahl so weich, daß ein gehärtetes und dann rothgeglühtes Stück nicht stärker und oft noch weniger widersteht, als ein gleich großes Stück Eisen. Außerdem hat dieses eben so schnell als leicht ausführbare Mittel den Vorzug, daß es wohlfeiler ist und dem Stahle seine ganze Güte läßt, wie wir im folgenden Capitel sehen werden. Uhrmacher, Kupferstecher und überhaupt alle Stahlarbeiter können diese Methode mit Vortheil anwenden; sie werden dann der Gefahr überhoben sein, daß ihre Stücke auf der Drehbank, wie bisher, wegen des Widerstandes, den die Hartkörner dem Meißel leisten, zerbrechen. Auch Karsten empfiehlt diese Methode.

Viertes Capitel.

Kalthämmern des Eisens und Stahls.

§. 45.

Kalthämmern der Metalle im Allgemeinen.

Durch das Kalthämmern eines Metalles bezweckt man, ihm mehr Härte, Steifheit und Elasticität zu geben; das Metall wird dadurch dichter. Brisson giebt die Dichtigket des natürlichen Stahls auf 7,6989, des geschmiedeten auf 7,767 und des kalt gehämmerten auf 7,8404 an; nach Muschenbroek ist die Dichtigkeit des warm gehämmerten Eisens 7,73, des kalt gehämmerten 7,87. Nach Brisson wiegt ein Cubikfuß kalt gehämmerter Stahl 2 Pfund 1 Loth mehr, als wenn er nicht kalt gehämmert ist.

Unter allen Metallen lassen sich Gold und Silber legirt, Kupfer, Eisen und Stahl am besten kalt hämmern; namentlich ist dies beim Stahle der Fall; er wird dadurch steifer und brüchiger. Wie alle andere Metalle, so bekommt auch der Stahl durch das Kalthämmern Risse an den Kanten, die fast bei allen aus ihm zu fabricirenden Gegenständen schädlich sind; namentlich muß man, wenn man eine Feder aus ihm verfertigen will, diese Risse erst mit der Feile fortschaffen, ehe man die Feder vollendet, denn diese würde sonst an der Stelle, wo sich die Risse befinden, leicht brechen.

§. 46.

Risse beim Kalthämmern. Planiren eines windschiefen Stückes.

Die genannten Risse sind kein Fehler, den man einzig und allein dem Metalle zur Last legen darf; ein großer Theil desselben kommt vielmehr auf Kosten der Ungeschicklichkeit des Arbeiters. Sind nämlich die Theile des Stahls, die kalt gehämmert werden, vorher unter dem Hammer ungleichmäßig gearbeitet, so sind einige von ihnen stärker gespannt, andere weniger; es entsteht dann eine Spannung, bei welcher die schwächern Theile nachgeben müssen; die Ränder reißen sich los und geben dem Drucke nach; die Risse pflanzen sich nach der Mitte zu fort und das Stück wird verdorben. Aus diesem Uebelstande

erklärt sich auch das Streben der Theile, nach einer oder der andern Seite, nach einem oder dem andern Ende des gehämmerten Stückes hinzugehen, wodurch eine Art von Drehung entsteht; das Stück nimmt dann, wenn es einige Breite und Länge hat, gleichsam die Form eines Windmühlenflügels an; man nennt diesen Fehler die Windschiefe. Dieses Streben der Theile nach einer bestimmten Seite hin ist in dem Stahle schon vorhanden, ehe sich die Wirkungen desselben beim Kalthämmern zeigen. Richtet man nämlich ein kalt gehämmertes Stück entweder mit dem Hammer oder mit einem Handschraubstocke, mit der Zange rc., und glüht es dann, so ist es, aus dem Feuer genommen, wieder windschief; es nimmt beinahe ganz die anfängliche Form wieder an, indem das Feuer ein Gleichgewicht unter allen den Theilen des Stahles herstellt, wo solches vorher nicht vorhanden war. Härtet man das Stück in diesem Zustande, so zeigt sich nach dem Härten derselbe Fehler; es wird windschief sein. Will man ein Stück richten, um es hernach zu härten, so muß man die vorstehenden Theile nicht zurückzwängen, denn bei einem gewissen Hitzegrade nehmen sie doch ihre vorige Lage wieder an, sondern man muß das Stück abermals unter den Hammer bringen und vorzugsweise auf die Theile schlagen, welche die Höhlung machen, damit sie sich mehr ausdehnen und so weit verlängen, daß die ganze Stange gerade wird. Diese Operation erfordert mehr oder weniger Geschicklichkeit von Seiten des Arbeiters; namentlich anwendbar ist sie für Pfannenschmiede, Klempner rc. Man nennt sie das Planiren. Ist ein Stahlstück gut planirt, so wird es hinterher weniger windschief werden.

§. 47.

Vorsichtsmaßregeln beim Kalthämmern.

Beim Kalthämmern reicht es nicht allein hin, daß man ein Stück lange genug mit dem Hammer bearbeitet; ein geschickter Arbeiter wird auch darauf achten müssen, was mit seinem Stücke während der Operation vorgeht; je schneller man nämlich hämmert, desto mehr erhitzt sich das Stück; alle dem Schlage nachgebenden Theile gleiten mit großer Kraft an einander vorbei, um die leeren Räume einzunehmen, und das Stück kann dabei so heiß werden, daß man es nicht mit der Hand anfassen kann; die Erfahrung zeigt, daß man nicht weiter oder wenigstens nicht viel über diesen Punkt hinaus kalt hämmern

darf. Ein stärkeres Kalthämmern schadet den einzelnen Metallen mehr oder weniger; Messing z. B. darf sich nicht erhitzen, weil es sonst seine Härte und Steifigkeit verliert. So hüten sich auch geschickte Uhrmacher wohl, die zu ihren Rädern bestimmten Metallstücke zu erhitzen, damit die Zähne den möglichst größten Grad von Dichtigkeit behalten. Hämmert man eine Bleistange bis zum Erhitzen, so verliert sie die wenige Consistenz, die sie sonst besitzt, und wird so weich, daß, wenn sie nur eine Länge von einem Fuße auf zwei Linien Dicke hat, und man sie unmittelbar nach dem Kalthämmern an dem einen Ende horizontal hält, sie sich unter ihrem eigenen Gewichte krümmt; wird sie vorsichtig gehämmert, so behält sie ihre schwache Consistenz.

Durch Schlagen oder Stoßen kann man ein Metall dergestalt erhitzen, daß ein Eisen oder Stahlstück, welches unter dem Hammer seine Rothglühhitze verloren hat, durch fortgesetztes schnelles Hämmern wieder roth und selbst hellroth werden kann. Durch die Reibung wird fast dasselbe bewirkt; so kann sich ein Stück beim Feilen dergestalt erhitzen, daß es hellblau glüht.

Beim Kalthämmern muß man sich sehr in Acht nehmen, daß sich das Stück nicht zu sehr erhitzt. Geschieht letzteres, so wird das Kalthämmern nutzlos, vielleicht gar schädlich. Wir werden weiter unten Gelegenheit haben, auf diesen Gegenstand zurückzukommen.

Fünftes Capitel.

Härten des Stahles.

§. 48.

Einleitung.

Man hat zwei verschiedene Methoden des Härtens: 1) das Härten durch Ablöschen in kaltem Wasser; 2) das Härten in Bündeln. Die erste ist nur auf Stahl allein anwendbar, die zweite läßt sich bei Eisen und Stahl gebrauchen. Wir beschäftigen uns in diesem Capitel nur mit dem Härten des Stahls durch Eintauchen in kaltes Wasser, dem

wir den Namen Härten kurzweg geben wollen; das Härten in Bündeln wird der Gegenstand des siebenten Capitels sein.

Die Operation des Härtens zerfällt in zwei andere, in das eigentliche Härten und in das Anlassen des gehärteten Stahls. Das eigentliche Härten zerlegt sich selbst wieder in zwei Arbeiten, nämlich das Erhitzen und das Ablöschen. Man erhitzt nämlich den Stahl bis zu dem passenden Grade, bis zum Rothglühen; bei einem geringern Hitzegrade härtet er sich nicht; dann taucht man den rothglühenden Stahl in eine zum Abkühlen bestimmte Flüssigkeit, wodurch er hart wird.

Durch das Härten bezweckt man, dem Stahle den möglichst hohen Grad von Härte mitzutheilen; durch das Anlassen mäßigt man den durchs Härten erlangten Härtegrad dergestalt, daß der Stahl eine mittlere Härte zwischen nicht gehärtetem und gehärtetem Stahle behält. Das Härten und das Anlassen sind also zwei Operationen, durch die man entgegengesetzte Resultate zu erlangen sucht.

Unter den Schriftstellern, welche sich mit der Bearbeitung der Metalle beschäftigen, behaupten manche, daß alle Metalle, die sich kalt hämmern lassen, gehärtet werden können; unsern jetzigen Kenntnissen zufolge sind das Eisen und der Stahl die einzigen Metalle, die sich härten lassen.

In den Schriften der Alten wird angeführt, daß die Egypter das Kupfer härteten, woraus sie ihre Aexte und übrigen Instrumente verfertigten. Nach Vauquelin, welcher mehrere alte Waffen analysirte, bestand dieses Härten des Kupfers zu den Waffen der Alten bloß in einer Vermischung des Rothkupfers mit Zinn, im Verhältnisse von 16 bis 22 Pfund Zinn auf 100 Pfund Kupfer. Die Härte des Kupfers richtet sich nach der Menge des zugesetzten Zinns; 20 Pfund Zinn auf 100 Pfund Kupfer giebt beinahe das Glockenmetall. Nach Spielmann vermehrt Zinn zu Kupfer, in Fluß gesetzt, dessen Härte sehr bedeutend; sie ist fast der des gehärteten Stahles gleich. Der jüngere Darcet fand, daß Kupfer, mit $\frac{1}{5}$ Zinn vermischt, eine harte, brüchige Zusammensetzung giebt, die aber, geglüht und ins Wasser getaucht, ziehbar war. Aus diesem Metalle verfertigt man auf der Ecole zu Châlons die Cymbeln fürs Heer; auch wurden die Tamtams der Chinesen daraus gemacht. Nach Tillet wird eine Legirung von Gold und $\frac{1}{2}$ Kupfer, in eine irdene Form gegossen, sehr brüchig; glüht

man sie aber nachher und taucht sie dann ins Wasser, so wird sie ziehbar.

§. 49.

Eigenschaften, die der Stahl durchs Härten annimmt.

Zu den Eigenschaften, die der Stahl durch das Härten erlangt, gehören das verschiedenartige Korn, welches er annimmt, seine Härte und Elasticität, die Vergrößerung seines Volumens und Gewichts, und die verschiedenen Grade von Stärke, die er in den verschiedenen Härtegraden bekommt und die durch das Anlassen modificirt werden.

Die Härte, welche der Stahl durch die Operation des Härtens annimmt, ist der Hauptcharakter dieser Operation, und von dieser Eigenschaft des Stahls haben die mechanischen Künste einen so großen Vortheil für die Bedürfnisse des bürgerlichen Lebens zu ziehen gewußt. Durch diese Eigenschaft erlangen so manche mechanische Instrumente ihre lange Dauer.

§. 50.

Verschiedene Farben des erhitzten Stahls.

Obgleich das Härten an und für sich höchst einfach ist, so wird es doch von den einzelnen Arbeitern in seinen einzelnen Theilen auf unendlich vielfache Weise variirt; alle Abänderungen bezwecken indessen das Hartwerden des Stahls.

Wird der Stahl in die Esse oder in glühende Kohlen gelegt, so nimmt seine Hitze bekanntlich im Verhältnisse der Zeit zu, welche er in dem Feuer zubringt; sowie auch im Verhältniß der minderen oder größern Stärke des Feuers selbst. Sowie die Hitze zunimmt, bekommt der Stahl verschiedene Farbennuancen, die alle deutlich von einander zu unterscheiden sind. Zuerst verläßt er seine natürliche schwarze Farbe und wird dunkelroth; dann färbt er sich kirschroth, hierauf hellroth, gelbroth und zuletzt weiß. Wird die Hitze noch stärker, so springen Funken von dem Metalle ab; dieses hat dann die sogenannte Schweißhitze, welchen Wärmegrad man benutzt, um zwei Eisen- oder Stahlstücke zusammenzuschweißen. *)

---

*) Die meisten Physiker geben die Reihenfolge dieser Hitzegrade in nachstehender Ordnung an: 1) braunroth; 2) kirschroth; 3) hellroth; 4) rosenroth; 5) weißglühend; 6) schweißwarm. Die am Tage sichtbare Braunröthe ist der Nullpunkt des Wedgwood'schen Pyrometers.

Nach diesen Farben beurtheilt der Arbeiter den Hitzegrad, welchen sein Stahl angenommen hat. Soll der Stahl durch das Ablöschen Härte bekommen, so muß er deutlich rothglühen; hat er nur die braunrothe Glühhitze, wenn man ihn ins Wasser taucht, so wird er wenig hart, oft auch gar nicht. Nur die kirsch- und rosenrothe Glühhitze eignen sich zum Ablöschen; im Uebrigen hat jede Stahlsorte einen besondern Hitzegrad, bei welchem sie am härtesten wird.

Hat der Stahl den passenden Hitzegrad erlangt, so taucht man ihn ins Wasser, und das genügt, um ihm eine ausgezeichnete Härte zu geben. Man hört dabei ein Brausen, ein Aufsprudeln, gerade so, als wenn man einen glühenden Feuerbrand oder eine brennende Kohle in Wasser taucht. So leicht das ganze Verfahren auch scheinen mag, so schwierig ist es doch in der Ausführung, ein möglichst vollkommenes Härten zu erreichen; die Schwierigkeit, den besten Grad von Hitze zu treffen, die Beschaffenheit der Kohlen und des Stahls, der Einfluß der Luft, die Verschiedenheit des Härtewassers, die Lage der Esse, der schwächere oder stärkere Wind des Blasebalges rc., alles dieses sind Umstände, die man genau kennen und berücksichtigen muß, wenn man den übeln Folgen des Härtens vorbeugen will; diese sind Härterisse, windschiefe und geworfene Stellen, die man nicht immer verhindern kann, und die sich immer nur bis zu einem gewissen Grade vermeiden lassen.

§. 51.

Wahl des Wassers zum Ablöschen.

Das Ablöschen des Stahls ist zu jeder Zeit ein Punkt der Schmiedekunst gewesen, mit dem man sich vielfältig beschäftigt hat; überall wird von Geheimnissen und Recepten zum Ablöschen gesprochen.

Die Grundsubstanz zum Ablöschen ist jederzeit das Wasser; diesem setzt man aber allerlei andere Substanzen zu. Auch herrschen über das Wasser selbst, welches man auszuwählen hat,

---

entsprechend 478° Réaumur; die minder dunkle Röthe liegt zwischen 15 und 25 Pyrometer-, und bei 530 Thermometergraden, die kirschrothe Glühhitze zwischen 36 und 45 Pyrometer- und bei 900 Thermometergraden, die Weißglühhitze zwischen 72 und 80 Pyrometer- oder 5678 und 6967 Thermometergraden. Die Temperatur zum Härten des Stahls variirt also zwischen 0 und 95° des Wedgwood'schen Pyrometers oder zwischen 500 bis 6000° des Réaumur'schen Thermometers.

unter den Arbeitern unzählig verschiedene Ansichten, und diese sind nicht ohne Grund.

Wasser findet sich freilich in der Regel überall, selbst auf den höchsten Punkten der Erdoberfläche; allein trotz der anscheinenden Gleichheit des Wassers verschiedener Gegenden hat der Boden, worin es sich findet, und die Beschaffenheit der Erdarten, durch die es filtrirt ist, einen großen Einfluß auf dasselbe. Man unterscheidet weiches und hartes Wasser, Brackwasser, Schwefelwasser, Mergelwasser, Mineralwasser, eisenhaltige, stahlhaltige Wasser &c. Wegen dieser Verschiedenartigkeit des Wassers muß man dann auch zu wählen verstehen, wenn man einen bestimmten Zweck erreichen will. Sowie das Wasser sich in der Natur vorfindet, ist es niemals rein; es ist immer mit Luft und einigen Salztheilen vermischt, die in der Regel erdiger Natur sind. Im Allgemeinen ist Flußwasser reiner als stehendes Wasser; das Regenwasser ist das reinste von allen, ohne deßhalb ganz ohne fremdartige Beimischungen zu sein; Wasser von einem sanften Regen, sowie aufgelöstes Schneewasser, ist am reinsten.

Das Wasser, welches durch Quadersteine gelaufen ist, taugt nicht viel zum Ablöschen; es härtet den Stahl wenig. Dasselbe gilt von dicken und stehenden Wassern. Wir ziehen das durch einen Felsen filtrirte Wasser vor, welches durchsichtiger ist; dieses härtet den Stahl besser. Ebenso verhält es sich mit dem Regenwasser. Eisenhaltiges Mineralwasser scheint das beste zu sein; es enthält schon metallische Theile, die den Stahltheilen verwandt zu sein scheinen; jedenfalls bestätigt die Erfahrung, daß dieses Wasser gut ist. Es giebt Gegenden, wo man sich desselben mit gutem Erfolge bedient; so bedienen sich die Messerschmiede zu St. Etienne-Forêt fast sämmtlich des Wassers aus einer eisenhaltigen Mineralquelle und geben dadurch ihren Messern große Härte und eine sehr gute Schärfe, obgleich sie nur einen sehr gemeinen, in der Nähe von Nevers verfertigten Stahl haben. Ihre mit Eustache markirten kleinen Messer sind so gut, daß sie Eisen mit Leichtigkeit schneiden.

§. 52.

Andere Flüssigkeiten zum Ablöschen.

Das Wasser ist nicht die einzige Substanz, mit der man das Härten des Stahls versucht hat. Man setzte demselben

verschiedene Salze zu, wie Kochsalz, Glasgalle, Salmiak, Salpeter, Borax, Alaun; desgleichen Salzsäure, gebrannten Kalk ꝛc.; man nahm ferner Saft von Zwiebeln, Knoblauch, Rüben, Citronen, Weintrauben und vielen andern Vegetabilien; Oele, Talg, Honig, Butter, Siegellack, Harz, Weingeist, Branntwein, Terpentinöl, Urin, Blei, Zinn, Quecksilber und noch viele andere Substanzen, zum Theil der allersonderbarsten Art.

Nachdem wir durch vielfache Erfahrungen gefunden hatten, daß der Stahl, in fetten Körpern abgelöscht, oft wenig hart wird, daß er mitunter sogar nach dem Ablöschen weicher ist als vorher, und daß er selbst ein sehr feines Korn annimmt, so tauchten wir Stahl, der im Schmieden überbrannt war, zu wiederholten Malen in solche fette Körper zum Ablöschen, nachdem wir ihn jedes Mal wieder erhitzt hatten. Wir fanden dabei, daß Wallfischthran sich eben so gut, wie jede andere Zusammensetzung, dazu eignet, dem in ihm abgelöschten Stahle ein feineres Korn zu geben, als er vor dem Ablöschen hatte. Wir nahmen auch Baumöl, Nußöl, Leinöl, Rappsöl ꝛc.; dem einen oder andern setzten wir Schweinefett, Schaf-, Ziegen-, Ochsentalg zu, allein oder in Verbindung mit einander; wir vermischten ferner eins oder das andere der Oele oder geschmolzenen Fette, die selbst auf allerlei Weise mit einander vermengt wurden, mit Theer, Milch, Harz, Seife. Dabei fand sich, daß der Thran dasselbe Resultat gab, und daß man auf diese Weise durch schwaches und allmähliges Ablöschen Stahl, der überbrannt ist, wieder gut machen und selbst verbessern kann.

Ein in Wasser oder irgend einer andern Flüssigkeit, namentlich in einer fettigen, wie Oel, Milch, Eiweiß, Aschenlauge, Seifenwasser, Cider ꝛc. abzulöschender Stahl kann in diese Flüssigkeiten mehrere Male eingetaucht und herausgezogen werden, und er glüht immer noch roth. Wie schnell auch überhaupt das Ablöschen vor sich gehen mag, augenblicklich geschieht es nie. Deßhalb kann der Stahl auch von dem Wasser, in welches er eingetaucht wird, einige ihn verbessernde Stoffe aufnehmen. So wendet man in England Urin zum Ablöschen an, weil dieser Phosphor enthält, der auch im Stahle vorkommt. Das Wasser imprägnirt sich mit Kohlensäure; mag dieser Zusatz auch noch so gering sein, so ist es doch möglich, daß der in dem Wasser abgelöschte Stahl sich dadurch bis zu einem gewissen Grade verbessern kann. Wendet man Regenwasser oder eisenhaltiges Mineralwasser an und löscht man in

demselben mehrmals brennende Kohlen aus, so nimmt dasselbe mehr oder weniger Kohlenstoff auf, einen der beiden Grundbestandtheile des Stahls; kann also das Wasser den Stahl überhaupt verbessern, so wird das mit Kohlenstoff geschwängerte dazu mehr im Stande sein, als gewöhnliches Wasser. Wir haben solches Wasser probirt und wir bedienen uns seit dieser Zeit dieses Wassers, in welches wir ein wenig Schwefelsäure thun; wir überzeugten uns, daß dieses Wasser bei gleicher Wärme einen härtern und feinkörnigeren Stahl liefert, als gewöhnliches Wasser.

Durch Zusatz von aufgelösten Salzen nimmt der Stahl einen sehr guten Härtegrad an; wir probirten Kochsalz, Steinsalz, Ammoniak, Borax, Harnsalz. Daß das Letztere in irgend einer Rücksicht dem andern vorzuziehen sei, fanden wir nicht; wir sind hingegen der Ansicht, daß man einen sehr guten Härtegrad ohne Härterisse bekommt, wenn man in zwei Pinten Wasser eine Unze Salmiak und eine Unze Borax, die man beide in gewöhnlichem Wasser auflöst, hineinthut.

Auch Tauben- und Hühnermist wandten wir mit Vortheil an; der Mist wurde in Wasser aufgelöst und dann das Wasser klar abgegossen. Der glühende Stahl wurde in diesem Wasser abgelöscht und nahm eine sehr gute Härte an. Dieses Wasser kann mit Nutzen statt des Ammoniaks und Borax angewandt werden; wir sind versucht zu glauben, daß es fast noch besser sei.

Im Allgemeinen härten alle wässerigen, geistigen Substanzen, überhaupt alle Körper, die sich in eine Flüssigkeit auflösen lassen, den Stahl. So kann denn auch jeder Körper, der in einer mäßigen Wärme schmilzt, wie z. B. die Fette, zum Härten des Stahls gebraucht werden, indem es nur darauf ankommt, daß dieser Körper rings mit dem Stahle in Berührung steht. Alle Härtemittel, die man oft mit so vieler Großsprecherei anpreiset, haben, unserer Erfahrung zufolge, vor dem Wasser keinen Vorzug; einige geben dem Stahle gar keine, andere eine sehr geringe Härte. Daß sie den Stahl verbessern könnten, bezweifeln wir sehr und wir fürchten fast, daß die Erfinder solcher Härtemittel ihre Versuche lange nicht in dem Umfange angestellt haben, um daraus einen einigermaßen sichern Schluß zu ziehen. Wir haben z. B. Seifenwasser und kochendes Wasser probirt; beide gaben dem Stahle gar keine Härte; man konnte ihn sogar mehrere Male nach einander eintauchen

und wieder herausnehmen, ohne daß es zu glühen aufhörte. Läßt man ihn völlig darin ablöschen, so ist er vor der Feile fast eben so weich, als wenn er sich in freier Luft abgekühlt hätte. Die Pflanzensäfte leisten nicht viel mehr als das Wasser. Bei geistigen Flüssigkeiten, Essenzen und derartigen Körpern ist das Resultat nicht bestimmt genug, um ihnen den Vorzug vor dem gewöhnlichen Wasser geben zu können. Wozu kann es also dienen, Kosten und zum Theil nöthige Vorsichtsmaßregeln anzuwenden, von denen man keinen Vortheil erntet? Scheidewasser und Vitriolöl geben freilich in der That dem Stahle eine ausgezeichnete Härte, allein sie zerfressen ihn, und die Gefahr des Reißens und Ziehens wird um so größer, je stärker der erlangte Härtegrad ist. Nimmt man dazu die Gefahr des beim Eintauchen nicht zu vermeidenden Umherspritzens der Säuren, so sehen wir keinen Grund, diese Substanzen dem gewöhnlichen Wasser vorzuziehen. Auch Quecksilber härtet den Stahl sehr gut, und es scheint fast, als ob dieser Flüssigkeit vor jeder andern der Vorzug gebühre, selbst wenn der Stahl weniger heiß abgelöscht wird. Allein welcher Kostenaufwand würde dazu erfordert werden! Um einen 15, 20 bis 24 Zoll langen Gegenstand im Quecksilber abzulöschen, würden wenigstens 250 bis 300 Kilogramme von dieser Flüssigkeit nöthig sein, die 140 bis 180 Thaler kosten würden. Einzelne Arbeiter werden diesen Aufwand nicht machen können; und wenn sie auch für eine Fabrik erschwinglich sind, so ist doch der glückliche Erfolg des Quecksilbers lange noch nicht völlig außer Zweifel gesetzt.

§. 53.

Versuche mit verschiedenen Härtemitteln.

Um zu erfahren, wie weit wohl die Anpreisungen mancher so sehr gerühmter Härtemittel übertrieben sein möchten, haben wir vergleichende Versuche mit ihnen angestellt.

Wir schmiedeten zwölf kleine Meißel mit aller nöthigen Sorgfalt; drei von ihnen wurden in klarem Wasser, drei in Zwiebelsaft, drei in Rübensaft und drei in dem Safte von gelben Möhren gehärtet. Zur Probe wurde darauf mit ihnen auf einem Stücke gewöhnlichen Stahls gearbeitet, welcher gehärtet und theilweise bis zur Wasserbläue, theilweise weniger nachgelassen war. Nachher wurden die Meißel wieder weich gemacht, abermals geschmiedet und in andern Substanzen gehär-

tet (drei jedoch jedes Mal in reinem Wasser, mit der Vorsorge, daß dies immer drei andere waren) und auf dieselbe Weise probirt. Diese Versuche wurden mit allerlei Säften, Salzen, Talg, Oelen, Harz, Wachs, geistigen Flüssigkeiten, Obstwein, Milch, Lauge, Blei, Zinn, Eisen, Kupfer, grünem Holze rc. wiederholt und auf dieselbe Weise angestellt.

Aus diesen Versuchen ergab sich denn, daß mit den in reinem Wasser gehärteten Stücken nur die einen Vergleich aushalten konnten, welche in Salmiakauflösung, in einer Mischung von 30 Theilen Wasser mit 1 Theile Vitriolöl, und in Wasser gehärtet wurden, welches durch wiederholtes Ablöschen glühender Holzkohlen, mit feinen Kohlentheilen geschwängert war. Zu Gunsten aller übrigen der angewandten Substanzen sprach kein einziger Umstand; alle diese Stoffe möchten daher auch wohl nur aus Vorurtheil als vortheilhaft angesehen werden. Indessen läßt sich nicht in Abrede stellen, daß wir bis jetzt noch nicht so weit gekommen sind, über die durch das Härten des Stahls erlangte Güte nach der Beschaffenheit des Korns und der Bearbeitungsweise des Stahls zu urtheilen. Gemeiner Stahl, gehörig erhitzt, gut gehämmert und in niedriger Temperatur gehärtet, zeigt im nachherigen Bruche ein feines regelmäßiges Korn, während Gußstahl, der beim Schmieden überhitzt ist, nach dem Härten immer im Bruche ein schlechtes, unregelmäßiges Korn zeigt; ein fremder Arbeiter wird also gar nicht bestimmen können, welche Stahlsorte man ihm vorlegt, eben so wenig wie er darüber zu urtheilen vermag, bei welchem Hitzegrade der Stahl gehärtet wurde und wie weit er angelassen ist. Mit entschiedener Gewißheit können wir nicht einmal die Härten zweier abgelöschter Stahlstücke mit einander vergleichen, weil man nicht bestimmt weiß, ob man mehrere Enden jedes Stahls bei derselben Temperatur gehärtet hat, und namentlich, ob auch die Kanten der Probirsteine bei jeder Probe gleich scharf sind.

Wir löschten ferner Stahl in kochendem Wasser ab; der Stahl blieb aber fast eben so weich, als wenn er gar nicht gehärtet wäre. Auch im Seifenwasser nahm der Stahl fast gar keine Härte an. Ferner glühten wir ein Stahlstück roth und preßten es zwischen zwei Stücke grünes Holz; es wurde ausgezeichnet hart. Auch zwischen zwei Eisenplatten wurde der Stahl so hart, daß er den besten Feilen und Meißeln widerstand; das Eisen war dabei in den Berührungsflächen gänzlich

ungehärtet. Stahl zur Härtehitze erwärmt und zwischen zwei Bleiplatten gepreßt, härtete sich ebenfalls sehr gut; dabei schmolz das Blei rings um den Stahl herum.

Ein etwas großes Stahlstück in einer geringen Menge kalten Wassers, oder ein kleines Stahlstück in lauwarmem Wasser abgelöscht, härten sich sehr wenig. Weingeist härtet den Stahl nicht so gut, als Branntwein. In Quecksilber wird der Stahl mit geringerer Hitze hart, als in Säuren. Salpetersäure und Schwefelsäure von 9° Wärme gaben eine größere Härte, als Wasser auf dem Gefrierpunkte, und selbst als Eis von 4 bis 6° unter 0. Gleiche Theile Wasser und Schwefelsäure gemischt ertheilten dem Stahle eine größere Härte, als reines Wasser von gleicher Temperatur. Salpetersäure und Schwefelsäure wurden im Wasserbade bis 20° über 0 erhitzt; der Stahl zeigte sich in ihnen abgelöscht eben so hart als in reinem Wasser von 10° über 0. Rosenroth glühender Stahl in das Wasserbad getaucht, wodurch die Säuren erhitzt wurden, nahm dagegen keine oder eine kaum bemerkbare Härte an. Quecksilber von + 25° Reaumur härtet ebenso gut, als Wasser von + 10° und viel besser als Wasser von + 25; doch wird das Quecksilber schnell sehr heiß und taugt dann nicht mehr zum Härten; nach abgelöschten 3 bis 4 Stücken war das Quecksilber 40, 50 bis 70° warm, und ein fünftes in ihm abgelöschtes Stück härtete sich nicht mehr. Glühende stählerne Punzen in ein Stück Zinn oder Blei gesteckt, welches sie rund um sich zum Flusse bringen, so daß das Eindringen bis auf eine gewisse Tiefe möglich wird, nehmen eine eben so große Härte an, als im Wasser von + 7°, obgleich das geschmolzene Metall einen hohen Hitzegrad hat.

§. 54.

Grund des Härtens durch das Ablöschen.

Man ist jetzt so ziemlich allgemein der Ansicht, daß die Härtung des Stahls durch das Ablöschen ihren Grund in der durch die plötzliche Abkühlung erfolgten Zusammenziehung der durch die Wärme vorhin ausgedehnten Stahltheilchen hat, wodurch diese verhindert werden, diejenige natürliche Lage gegen einander anzunehmen, welche sie erhalten haben würden, wenn der Stahl langsam erkaltet wäre. Dadurch kommen die Theile gegen einander in eine Art von Spannung, welche dem Stahle seine größere Härte giebt. Kann man nun auch den innern

physischen Vorgang hierbei nicht genauer einsehen, so ist doch klar, daß nach dieser Theorie unter übrigens gleichen Umständen die Härte desto größer werden muß, je schneller und bedeutender die Abkühlung ist. Beides bestätigt die Erfahrung. Aus den obigen Versuchen geht zur Genüge hervor, daß die härtende Kraft eines Mittels im Verhältnisse mit dessen Wärmeleitungsvermögen steht (diesen Zusammenhang hat Damemme gänzlich übersehen und das ist denn auch der Grund seiner sonderbaren Theorie *)). Gute Wärmeleiter, d. h. Körper, welche die Wärme schnell durch sich hindurchlassen, andere Körper also rasch abkühlen, wie Quecksilber und die genannten Säuren und Salze, erkälten den Stahl schneller, als schlechte Wärmeleiter, und die Härtung des Stahls ist im Allgemeinen desto größer, je heißer der Stahl, je kälter das Härtemittel ist. Der Stahl darf jedoch dabei nicht über das hellrothe Glühen hinaus erhitzt werden; gelb- oder gar weißglühender Stahl wird durch das Ablöschen weniger hart, wahrscheinlich, weil dann die Masse zu geringen Zusammenhang in ihren Theilen hat, als daß die genannte Spannung unter ihnen eintreten könnte.

Daß kochendes Wasser und Seifenwasser den Stahl wenig oder gar nicht härten, hat Karmarsch nach Damemme's Vorgange durch Versuche außer Zweifel gesetzt. Auch diese Thatsache erklärt sich ungezwungen aus der vorstehenden Theorie. Taucht man den hellroth glühenden Stahl in kochendes Wasser, so entsteht darin unter sehr heftigem Aufsprudeln eine starke und ziemlich lange anhaltende Dampfentwickelung; dieser Dampf umgiebt den Stahl und leitet die Wärme schlecht. Es geht hierbei etwas Aehnliches vor sich, wie bei dem bekannten Versuche, wo ein auf glühendes Metall gebrachter Wassertropfen durch den sich entwickelnden Dampf abgestoßen und nur langsam verdampft wird, mithin auch dem Metalle wenig Wärme entzieht. Auch wirkt das kochende Wasser schon deshalb weniger, weil es wegen seiner höhern Temperatur nicht so stark abkühlt. Beim Ablöschen in kaltem Seifenwasser, wenn es auch so dünne war, daß es kaum eine Neigung zum Fadenziehen zeigte, fand Karmarsch den Stahl auffallend lange glühend,

*) Auf die vorstehenden Thatsachen, deren Richtigkeit theilweise auch anderweitig durch Versuche nachgewiesen ist, gründet Damemme eine Theorie des Härtens, die völlig unklar und gehaltlos ist. Wir mochten sie deshalb unsern Lesern nicht mittheilen, sondern haben dafür den vorstehenden Paragraph eingeschaltet. Anm. d. Bearb.

ohne eine andere sichtbare Erscheinung darzubieten; gänzlich erkaltet ließ sich der Stahl eben so leicht feilen, als wenn er gar nicht abgelöscht war. Wahrscheinlich findet dieses Factum seine Erklärung in den Seifentheilchen, welche die Dampftropfen wie Blasen umhüllen und dadurch den Stahl außer Berührung mit dem kalten Wasser bringen; denn wegen dieser Seifenblasen in der Nähe des heißen Stahls kann die Dampfentwickelung nicht in die Augen treten.

§. 55.

Korn und Härte des Stahls bei verschiedenen Hitzegraden.

Im Allgemeinen wird das Korn, welches man auf den Bruchflächen des Stahls wahrnimmt, durch das Härten feiner. Diese Regel gilt freilich nicht so allgemein, daß sie nicht von einzelnen Nebenumständen bedingt würde. So hat namentlich der Hitzegrad, bei welchem der Stahl gehärtet wurde, auf die Feinheit seines Korns großen Einfluß.

Um sich von der letztern Thatsache zu überzeugen, erhitze man eine 6 bis 7 Zoll lange Stahlstange dergestalt, daß sie an einem Ende fast schweißwarm ist, und daß dann die Hitze nach dem andern Ende zu allmählig abnimmt; löscht man diese Stange dann ab, so wird man finden, daß sie an den verschiedenen Stellen ihrer Länge, wo sie einen verschiedenen Hitzegrad hatte, auch im Korne auf der Bruchfläche verschieden ist.

Zerbricht man die Stange an dem Ende, welches vor dem Härten weißglühend war, so hat sie hier ein grobes, glänzendes Korn (Taf. 5. Fig. 1 und 2. 1 und 2.), dessen einzelne Theile von einander getrennt erscheinen. Die Härte ist zwar auf der Oberfläche sehr groß; innerlich dagegen trifft man beim Probiren mit Feile und Grabstichel viele weiche Körner; der Stahl ist durch zu starkes Glühen verdorben.

Zerbricht man die Stange zum zweiten Male 6 Linien weiter an der Stelle, wo sie gelbroth glüht, so hat der Stahl auf der Bruchfläche ein feineres Korn, welches jedoch mit groben, glänzenden und matten Körnern (Fig. 2, 2, 3.), die aber feiner, als auf der vorigen Bruchfläche sind, gemengt ist. Auch besitzt der Stahl hier eine größere Härte.

Zum dritten Male zerbrochen an der Stelle, wo der Stahl hellroth oder rosenroth glühte, zeigte er sich härter, als auf der zweiten Bruchfläche; das Korn ist gleichförmiger, als auf den

beiden vorigen Stellen, obgleich es immer noch etwas gemengt ist (Fig. 2, 4, 5.). Der Stahl ist hier fester und leistet mehr Widerstand gegen das Zerbrochenwerden, als vorhin.

Zerbricht man die Stange zum vierten Male da, wo sie kirschroth glühte, so ist der Stahl hier eben so hart und meistens noch härter, als in den vorhergehenden Fällen; er hat hier ein sehr feines Korn (Fig. 2, 6 und 7.). Auch ist er hier am wenigsten spröde.

Noch weiter hin gegen das Ende zu zerbrochen, an welchem der Stahl die wenigste Hitze hatte, zeigt sich auf der Bruchfläche ein unregelmäßiges, schlecht begrenztes Korn, gemengt mit Körnern der beiden vorigen Hitzegrade und mit länglichen, blätterartigen Körnern, die hier und dort eingesprengt sind (Fig. 2, 8.). Der Stahl ist hier weich und hat stellenweise kaum Härte angenommen.

Legt man also 5 verschiedene Hitzegrade zum Grunde, so geht aus den vorstehenden Versuchen hervor, daß ein braunroth gehärteter Stahl keine Härte annimmt, daß die kirschrothe Glühhitze diejenige ist, welche den feinen Stahlgattungen die größte Härte und das feinste Korn giebt, daß dagegen die gemeinen Stahlgattungen hellroth (rosenroth) glühend abgelöscht werden müssen, wenn sie sich am stärksten härten, das feinste Korn haben und am wenigsten spröde sein sollen.

Der passendste Hitzegrad zum Härten des Stahls ist also nicht für alle Stahlsorten derselbe; die gemeinen Stahlsorten verlangen eine größere Hitze. Die Feinheit des Korns eines Stahlstücks scheint von dem Hitzegrade abhängig zu sein, bei welchem er abgelöscht wurde. Härtet man zwei verschiedene Stahlsorten bei demselben Wärmegrade, so hat der feinere Stahl das gröbere Korn und umgekehrt, sobald man nicht den rechten Hitzegrad getroffen hat.

Aus den vorstehenden Versuchen erhellet auch zugleich, daß die so sehr gewöhnliche Meinung, daß ein Stahl sich um so mehr härte, je stärker der Hitzegrad ist, bei welchem er abgelöscht wurde, durchaus grundlos ist.

Eben so irrig ist die fast allgemein verbreitete Ansicht, daß der gehärtete Stahl ein gröberes Korn haben soll, als der ungehärtete. Wenn über die Härte des Stahls sich nur mit Mühe ein einigermaßen sicheres Resultat aufstellen läßt, weil durch das Probiren mit Feilen u. s. w. niemals eine absolut richtige Vergleichung angestellt werden kann, so ist es um so mehr zu

verwundern, daß man sich über das Korn des Stahls so sehr hat täuschen können, denn hier bedarf es nur einer bloßen Ansicht. Dennoch behaupten Nollet, Brisson, Réaumur, Hauy, Hassenfratz und so viele Andere, daß der gehärtete Stahl ein gröberes Korn habe, als der ungehärtete. Allerdings ist dieses richtig, wenn der Stahl beim Ablöschen einen zu hohen Hitzegrad hatte; giebt man ihm aber den passendsten Hitzegrad, so sieht man schon mit freien Augen, daß sein Korn durch das Ablöschen feiner wird. Auch haben wir daran nie gezweifelt; um indessen dieses Factum noch deutlicher herauszustellen und jeden etwa möglichen Gesichtsfehler zu beseitigen, untersuchten wir unsere Stahlsorten mit der Lupe; sie hatte zwei Zoll Brennweite. Sie zeigte uns ganz dasselbe, was wir schon mit freien Augen wahrgenommen hatten, daß nämlich der gehärtete Stahl immer ein feineres Korn hatte, als der ungehärtete; nur tritt das Korn in dem einen und dem andern Falle deutlicher hervor; der gehärtete Stahl erscheint wie ein grauschwarzer, äußerst feiner Sand, der ungehärtete wie eine ungleichförmige Masse mit gröbern, hier- und dorthin zerstreueten, einzelnen Körnern. Jedermann kann sich durch den obigen Versuch von der Richtigkeit dieser Thatsache überzeugen. Man könnte auch ein etwas dickes Stahlende der Länge nach bis auf die halbe Dicke in einer Länge von 6 bis 7 Zoll spalten, es dann in der vorhin bezeichneten Art erhitzen, so daß das eine Ende weißglüht, und die Hitze nach dem andern Ende zu immer mehr abnimmt. Löscht man dann das Stahlstück ab und bricht es in der Richtung der Spaltfläche auseinander, so zeigen sich die verschiedenen Kornarten, die der Stahl durch das Härten angenommen hat, auf einen einzigen Blick.

Je weiter man bei einem feinen Stahle den eigentlichen Hitzegrad zum Ablöschen überschreitet, desto gröber und glänzender wird sein Korn. Bei einem gemeinen Stahle tritt in vermindertem Maße dasselbe ein. Deßhalb ist denn auch das Verfahren der Arbeiter sehr zu tadeln, die zum Ablöschen eines Stahls demselben zuerst einen höhern Hitzegrad geben und ihn dann bis zu dem passenden Grade erkalten lassen, ehe sie ihn ablöschen; sie erreichen dadurch freilich die Bequemlichkeit, den richtigen Wärmegrad wegen der leichtern Beobachtung besser treffen zu können, allein der Stahl verdirbt und geht mehr oder weniger in den Zustand des Eisens über, wie dies früher beim

Schmieden schon angeführt worden ist; er verdirbt hier nämlich schon während der Zeit, ehe er abgelöscht wird. Merkwürdig ist bei diesem Härteverfahren, daß, wenn man zwei gemeine Stahlsorten von derselben Qualität über den eigentlichen Hitzegrad zum Ablöschen hinaus weißglüht, und dann den einen unmittelbar ablöscht, den andern aber erst in der Luft so weit abkühlen läßt, bis er nur noch rosenroth glüht, dennoch beide in ihrem Korne wenig verschieden sind. Ein überhitzter Stahl ist immer brüchig und spröde.

§. 56.

Tabelle der verschiedenen Hitzegrade für das Ablöschen des Stahls, in Pyrometergraden und in Thermometergraden, nach Réaumur, Celsius und Fahrenheit.

	Pyrom.	R.	Cels.	Fahr.
Eisen und Stahl fangen an, im Dunkeln sichtbar zu glühen, bei	114° n. Newton.	263	335	635
Sichtbares Rothglühen am Tage . . .	0	478	598	1100
Weniger dunkle Rothglühhitze	20	1257	1570	2850
Helleres Rothglühen	30	1862	2328	4200
Bester Hitzegrad zum Härten des Stahles: Kirschroth, Hitzegrad für den Gußstahl	40	2540	3175	6000
Bester Hitzegrad zum Härten des Stahles: Helleres Kirschroth, für den Cementstahl . . .	50	3104	3880	7500
Bester Hitzegrad zum Härten des Stahles: Rosenroth, für die gemeinen Stahle	60	3815	4770	9000
Bester Hitzegrad zum Härten des Stahles: Helleres Rosenroth, für die noch gemeineren Stahle .	70	4345	5430	10500
Safran- oder hellgelbroth	80	5027	6284	12000
Weißglühend	90	5678	7338	13500
Schweißwärme	95	5967	7460	14250
Temperatur für das blaue Anlassen . . .	—	244	305	580
Diese liegt unter dem Hitzegrade, bei welchem der Stahl sich zu härten beginnt, um	—	1039	1299	2370
Und sie liegt unter dem Hitzegrade, bei welcher der Stahl sich in der Regel härtet, um	—	1322	1652	3000

§. 57.

Verziehen und Reißen des Stahls beim Härten.

Die Metalle dehnen sich, sowie alle übrigen Körper, durch Erhitzung aus, und zwar je nach ihrer Beschaffenheit, sehr ver-

schieden. Die Verlängerungen, die das Eisen und der Stahl durch Erhitzung vom 12ten Grade des Réaumur'schen Thermometers bis zum Rothglühen erleiden, verhalten sich wie 7 zu 16. *) Der Stahl ist fast nie eine völlig gleichartige Masse, sondern enthält mehr oder weniger Theile, die sich der Natur des Eisens nähern oder völlig Eisen sind. Auf ein solches Gemisch verschiedenartiger Theile muß eine Erhitzung und Abkühlung sehr verschiedenartig einwirken. Durch den Hitzegrad, welchen man dem abzulöschenden Stücke mittheilt, dehnen sich die Theile desselben an und für sich schon ungleichartig aus; bei der plötzlichen Erkaltung im Ablöschwasser verliert der Stahl die durch die Hitze gewonnene Ausdehnung nicht völlig wieder, das Eisen dagegen zieht sich vollständig zusammen. Daraus ergiebt sich eine ungleichförmige Zusammenziehung in der ungleichartigen Masse, woraus die mannichfachen Krümmungen entstehen, die man beim Härten so gewöhnlich eintreten sieht. Vermag der Stahl der Zusammenziehung des Eisens nicht zu folgen, so sind seine Theile gezwungen, sich zu trennen, und die Masse erhält dann die sogenannten Härterisse, die man an dem gehärteten Stahle leider nur zu häufig wahrnimmt.

Steht dieser Hauptgrund des Reißens beim Härten einmal fest, so ist auch leicht einzusehen, weßhalb man ein einmal gehärtetes Stück ohne vorangängiges abermaliges Schmieden nicht zum zweiten Male ablöschen darf. In der That beweist die tägliche Erfahrung, daß man selten ein gehärtetes Stahlstück findet, das beim Ablöschen gänzlich ohne Risse geblieben ist;

---

*) Setzt man die lineare Ausdehnung bei 0° Réaumur = 1, so beträgt die Längenausdehnung bis zur Hitze des kochenden Wassers für:

Blei	0,0027	bis	0,0031
Eisen	0,0011	—	0,0012
Gold	0,0013	—	0,0015
Kupfer	0,0017	—	0,0019
Silber	0,0019	—	0,0920
Stahl, gehärtet	0,0012	—	0,0014
„ „ weicher	0,0011	—	0,0012
Messing	0,0019	—	0,0020
Platin	0,0090	—	0,0099
Wismuth	0,0014		
Antimon	0,0011		
Zink	0,0029	—	0,0031
Zinn	0,0019	—	0,0025

Die hier mitgetheilten Zahlen stellen die Grenzen dar, wie sie von den verschiedenen Beobachtern angegeben werden.

zerbricht man ein solches Stück an mehreren Stellen, so findet man immer einige kleine schwarze Flecken, welche ein unläugbarer Beweis sind, daß die Masse hier gerissen ist (Taf. 3. Fig. 1, 2.). Löscht man daher mehrere Male hinter einander ab, so werden die Risse tiefer in die Masse eindringen, und das Stück wird oft gar nicht zu gebrauchen sein. Taf. 3. Fig. 2. zeigt ein fünf Mal abgelöschtes Stahlstück. Außerdem verliert bekanntlich der Stahl durch das wiederholte Glühen. Wenn also von manchen Seiten ein mehrmaliges Härten in Pottaschenauflösung und in andern Substanzen als ein vortreffliches Mittel angerathen wird, so ist dies ein grober Irrthum.

Mitunter ereignet sich der Fall, daß in dem zu härtenden Stücke die beiden Metalle, der Stahl und das Eisen, sich gänzlich von einander getrennt haben. Erhitzt man eine solche Stange, die an der einen Seite aus Stahl, an der andern aus Eisen besteht, so wird sie an der Seite, wo das Metall sich nicht hinlänglich verlängert hat, eingekrümmt sein; die ganze Masse ist dann aber glühend und daher diese Wirkung wenig bedeutend; löscht man nun aber die Stange ab, so wird der Stahl hart, zieht sich nicht völlig wieder zusammen, während das Eisen in seinen anfänglichen Zustand zurückgeht, und die Stange muß nun krumm werden und zwar so, daß das Eisen sich an der eingebogenen (concaven) Seite befindet. Dabei ist denn der Stahl vielleicht nicht elastisch genug, um der Krümmung folgen zu können, und bekommt deßhalb Härterisse. Man kann diesem Uebelstande dadurch zuvorkommen, daß man vor dem Härten das Stück nach der Seite zu, an welcher sich der Stahl befindet, krümmt; es wird dann durch das Härten von selbst gerade werden, sich auch oft wohl gar noch nach der entgegengesetzten Seite zu biegen. Die Krümmung, die man dem Stücke vor dem Härten zu geben hat, damit es beim Ablöschen gerade wird, richtet sich vorzüglich nach der Länge des Stückes, dann auch nach der Beschaffenheit des Eisens, des Stahls, nach der Art, dasselbe zu schmieden und zu härten; die richtige Krümmung kann man nur durch die Erfahrung bestimmen. Ein merkwürdiges Beispiel von der hier beschriebenen Erscheinung giebt eine Sichel, die halbmondförmig gekrümmt, an der Seite der Scheide auf etwa zwei Drittel der Breite aus Stahl, am Rücken dagegen fast rein aus Eisen bestand. Wenn die Sehne der Krümmung (die Entfernung der beiden Enden (an dem ungehärteten Stücke 16 Zoll betrug, so war sie

nach dem Härten 17 bis $17\frac{1}{2}$ Zoll; so viel hatte sich die Krümmung durch die stärkere Zusammenziehung des Eisens am Rücken abgeflacht. Kennt man aus Erfahrung das Maß der Biegung, was man vor dem Härten einem Stücke geben muß, um das Werfen bei der Härtung aufzuheben, so kann man diesem oft mit vollkommenem Glücke entgegen wirken.

Diese Methode, dem Krümmen eines zu härtenden Stücks vorzubeugen, läßt sich nicht bei solchen Stahlstücken anwenden, wo der Stahl sich zwischen zwei Eisenstangen befindet; man wird dann auch das Werfen nur bis zu einem gewissen Grade vermeiden können.

Viele aus Stahl verfertigte Gegenstände haben durch das Schmieden, durch kaltes Hämmern, Biegen ꝛc. in solchem Grade eine ungleiche Dichtigkeit erhalten, daß sie beim Härten sich krümmen oder verziehen. Diese Stücke muß man erst rothglühend machen, um das gestörte Gleichgewicht unter den einzelnen Theilen wieder herzustellen; nachdem man sie dann mit leichten Hammerschlägen gehörig gerichtet hat, härtet man sie. Versäumt man diese Maßregel, so kann es nicht fehlen, daß man ein krummes, gezogenes, windschiefes, gerissenes Stück erhält.

Stählerne Walzen, die auf eine Achse oder einen Kern von Eisen geschweißt sind, springen sehr oft beim Härten oder ziehen sich oval.

Wir haben gesehen, daß bei Walzen von 3 Zoll Durchmesser der Unterschied zwischen zwei auf einander senkrecht stehenden Durchmessern bis zu einer Linie betrug, wodurch dann die runde Gestalt zu sehr beeinträchtigt wird. Auch sind uns Beispiele bekannt, wo solche Walzen noch 24 Stunden nach dem Härten von selbst gesprungen sind. Reicht nämlich die Kraft, mit der ein Stück im Härten sich zu werfen oder zu verziehen strebt, beinahe, aber doch noch nicht völlig hin, um einen Riß herbeizuführen, so bleibt das Stück beim Härten selbst unbeschädigt, allein der Bruch erfolgt dann leicht bei der geringsten nachherigen Erschütterung, mitunter so heftig, daß Theile sich loslösen und weggeschleudert werden. Auch hieran ist die ungleiche Zusammenziehung der Metalle schuld. Erfahrene Arbeiter wissen, daß dem Ovalziehen der Walzen vorgebeugt wird, wenn man den eisernen Kern erst rund schmiedet, ihn dann aber dreht oder windet. Ein Schraubenbohrer, der aus einem vierkantigen Stahlstabe durch Rundschmieden verfertigt wird,

zieht sich oft beim Härten so sehr oval, daß er unbrauchbar wird. Auch hier hilft man sich dadurch, daß man das Stück vor dem Schneiden des Gewindes zusammendreht; dadurch nehmen die Fasern eine schraubenartige Richtung an, und die ungleichartige Beschaffenheit des Stahls vertheilt sich über den ganzen Umfang.

Ein Tischlermeißel, der aus einem Stahl- und einem Eisenblatte verfertigt war, hatte sich beim Härten auf drei Zoll Länge geöffnet; das Stahlblatt war auf die Hälfte seiner Dicke getrennt, und beide Hälften saßen in dem Eisen fest. Diese Wirkung hatte erst stattgefunden, nachdem das Stück aus dem Wasser genommen war; auch war der Stahl weiß und rein und an mehreren Stellen auf die Länge des Meißels gerissen. Auch eine Messerklinge riß, nachdem sie aus dem Wasser genommen war; sie öffnete sich am Rücken und zwar ganz sichtbar, zwei Minuten nach geschehener Härtung. Der Riß fand in der Dicke der Klinge statt, ging über drei Viertel von der Länge der Klinge und war 2 Linien weit; an jeder Seite der Klinge befand sich ein ziemlich dickes Eisenblatt.

§. 58.

Ursachen des Reißens und Verziehens des Stahls beim Härten.

Diese Fehler haben unstreitig ihren Hauptgrund in der verschiedenen Ausdehnung der Metalle, indem die meisten der gewöhnlich zu verarbeitenden Stahlarten keine gleichförmige Masse sind. Merkwürdig ist dabei freilich, daß auch feine Stahlsorten diesem Fehler oft unterworfen sind und daß manches Stück dadurch unbrauchbar wird. Die Arbeiten guter Schmiede werfen und ziehen sich weniger, als die Arbeiten anderer Werkmeister. Dieses hat wohl seinen Grund darin, daß die Letzteren ihren Stahl zu oft und jedes Mal zu stark erhitzen, wodurch denn ihre Stücke von dem einem Ende zu nach dem andern spröde werden; im Allgemeinen ist ihre Arbeit nicht von derselben Qualität, als die guter Schmiede. Zuweilen geschieht es auch, daß ein wenig aufmerksamer Arbeiter ein Stück verdreht aus der Schmiede nimmt, was beim Feilen gerade sein muß; um es dann zu richten, wird es gedreht und kalt gehämmert. Dabei erhalten denn einige Theile eine größere Spannung; beim Glühen tritt ein gewisser mittlerer Zustand unter

den am stärksten und am schwächsten gespannten Theilen ein; da aber diese Spannung nicht auf der ganzen Länge dieselbe ist, so muß das Stück nothwendig windschief und unregelmäßig werden, auch Härterisse bekommen.

Indessen ist die Beschaffenheit der Metalle nicht der einzige Grund zum Ziehen und Reißen des Stahls beim Härten; zuweilen ist auch die Ungeschicklichkeit und die wenige Aufmerksamkeit des Arbeiters die Ursache; man nimmt das Stück aus dem Feuer und bringt es wieder hinein, wenn es nicht den gehörigen Hitzegrad hat; dabei trifft man auf eine Kohle und drückt nun das Stück, damit es nicht kalt werde, mit Gewalt in das Feuer hinein; es krümmt und biegt sich dann, und kommt schief aus dem Feuer. Durch das Härten wird es nicht gerade, wenn nicht gerade einmal zufällig bei einem aus eisenhaltigem Stahle verfertigten Stücke diese Biegung an der Seite stattfindet, wo der Stahl sitzt. Es würde eine Thorheit sein, auf solche Zufälligkeit im Voraus rechnen zu wollen; man muß deßhalb die Kohlen gut zerkleinern und keine Stücke nehmen, die über Daumesdicke haben; die feinste Kohle, die Knüppelkohle, verdient den Vorzug, weil sie weniger Funken sprüht und man die Arbeit besser beobachten kann. Namentlich muß man hierauf achten, wenn ein dünnes Stück gehärtet werden soll; zweckmäßig sind hier halb ausgebrannte, d. h. solche Steinkohlen, die allen ihren natürlichen Schwefel abgegeben haben; dieser setzt sich sonst an das Stahlstück, und man kann dann dessen Glühhitze nicht so gut beurtheilen; jeder Praktiker weiß, daß diese Schwefelflecken so fest an dem Stahle haften, daß der Stahl, wenn man ihn nach Entfernung der Flecken ablöscht, an den Stellen, wo sie sich befanden, wenig hart wird; diese Stellen nehmen beim Härten eine gelbliche, violette, mitunter auch eine blaue Farbe an und lassen sich feilen. Dessenungeachtet dürfen die Kohlen nicht aller brennbaren Stoffe beraubt sein, weil sich dann der Stahl wenig härtet; so taugte z. B. rothglühender Hammerschlag nicht zum Härten, indem er dem Stahle etwas von seinen Grundbestandtheilen entzieht, wodurch dieser an Qualität verliert. Läßt sich der passende Hitzegrad überall schwer beurtheilen, so ist dies namentlich bei groben Kohlen der Fall; man erhält damit ein hohles Feuer, in welchem der Stahl stellenweise frei und der Einwirkung der äußern Luft oder gar dem Winde aus dem Blasebalge ausgesetzt ist. Eine dickere Kohle unterbricht dann auch wohl den Windzug;

dieser streicht zwischen zwei Kohlenstücken hin und trifft den Stahl nur an einer Stelle, welche überhitzt wird und sich oxydirt, während die übrige Länge des Stahlstücks noch nicht den nöthigen Hitzegrad angenommen hat; namentlich kann dieser Fall eintreten, wenn man das Stahlstück in dem Feuer nicht hin- und herzieht. Indessen darf man nicht jedes Stück in dem Feuer hin und her bewegen; denn hat dieses, was ja häufig der Fall ist, eine oder mehrere Biegungen in seiner Länge, so würde es sofort seine richtige Gestalt verlieren, wenn man gegen eine etwas größere Kohle stieße, indem der rothglühende Stahl weniger Widerstand leistet.

§. 59.

Vorsichtsmaßregeln beim Eintauchen des Stahls in das Härtewasser.

Der Stahl härtet sich nur dann, wenn er mit dem Härtewasser in unmittelbarer Berührung steht. Taucht man daher ein Stahlstück schräg ins Wasser, so daß sich ein Theil im Wasser befindet und der andere nicht, so wird nur der erstere hart werden. Legt man den Stahl flach auf das Wasser, so daß er nur mit einer Seite das Wasser berührt, so härtet sich auch nur diese; ist das Stück von ziemlichem Volumen, so härtet es sich dann wenig oder vielleicht gar nicht.

Hat man ein Stück zu härten, welches beinahe parallelepipedisch ist, also eine zwei, drei, vier Mal so große Breite als Dicke hat, und man stellt dieses mit einem Ende flach aufs Wasser an die dem Arbeiter gegenüberstehende Seite des Gefäßes, um es dann beim Niedertauchen gegen sich herzuziehen, gleichsam als wollte man das Wasser mit der flachen Seite des Stahles durchschneiden, so kann man überzeugt sein, daß man ein krummes Stück erhält; die Krümmung ist hier eine Folge von dem Widerstande des Wassers. Welche Gestalt auch das zu härtende Stück haben mag, verfährt man mit ihm auf dieselbe Weise, so wird es sich jedes Mal krümmen. Um die Krümmung zu vermeiden, muß man das Stück vertikal ins Wasser tauchen und nicht gar zu rasch dabei verfahren; indessen muß es doch beinahe eben so rasch in dasselbe hineingleiten, als wenn es frei hineinfiele. Hat das Stück eine gewisse Länge, so taucht man es, wenn das Gefäß weit genug ist, so

ein, daß die lange Seite mit der Oberfläche des Wassers parallel läuft.

Wir bemerkten vorhin, daß man das Stück nicht gar zu hastig ins Wasser stürzen müsse. Allein vor dem entgegengesetzten Fehler hat man sich fast noch mehr zu hüten; denn wollte man ein Stück an einer Stelle im Wasser festhalten, so daß noch etwas Rothglühendes sich über dem Wasser befindet, so würde das Stück an der Stelle, wo es das Wasser berührt, einen Riß bekommen. Macht man eine 6 Zoll lange Stange Stahl rothglühend, taucht sie vertikal bis zu 3 Zoll tief ins Wasser und hält sie so fest, so wird sie fast immer an der Stelle, wo sie das Wasser berührt, einen Riß bekommen (Taf. 9. Fig. 4.). Der ganze glühende Theil hat nämlich sein Volumen vergrößert; der gehärtete, im Wasser befindliche Theil behält die Hälfte dieser Vergrößerung; der nicht gehärtete, in der Luft befindliche zieht sich wieder auf sein anfängliches Volumen zurück. Daß dadurch ein Riß entstehen könne, ist leicht begreiflich. Der Stahl muß immer so weit in das Härtewasser gelangen, als er glühend ist.

Viele Arbeiter haben die tadelnswerthe Gewohnheit, das eingetauchte Stück rasch im Wasser herumzuführen, gleichsam als wollten sie die kältesten Stellen desselben aussuchen. Das Wasser leistet dabei Widerstand und das Stück wird sich unfehlbar krümmen. Auch wissen wir, daß der Stahl sich nicht gerade um so besser härtet, je kälter das Wasser ist. Eine sanfte Bewegung reicht hin, wodurch man verhindert, daß das am Stahle befindliche Wasser sich nicht zu sehr erhitzt. Bei einem zu schnellen Bewegen entsteht hinter dem Stücke ein leerer Raum, wodurch das Wasser mit dem Stahle außer Berührung tritt und dieser sich nicht härtet. Hieraus folgt denn auch, daß das Gefäß mit dem Härtewasser nicht zu klein sein muß.

Dünne und flache Gegenstände müssen mit der Kante voraus ins Wasser eingetaucht werden, weil sie sich sonst krümmen. Bei Stücken, die an der einen Seite viel dicker sind als an der andern, z. B. bei Messerklingen, muß man den dickern Theil, den Rücken, zuerst eintauchen; wollte man hier anders verfahren, so würde die Schneide schon abgekühlt und gehärtet sein, während der Rücken seine Hitze noch bewahrt; daher kann die Schneide sich nicht zusammenziehen, ohne an einer oder mehreren Stellen zu zerspringen, weil der Rücken der Zusammen-

ziehung nicht folgt. Um diesem Fehler vorzubeugen, taucht man zuerst den dickern Theil ein, hält dann das Stück gerade im Wasser und dreht es lebhaft von der Linken zur Rechten und umgekehrt herum, als wenn man in den Boden des Gefäßes ein Loch zu bohren beabsichtigte. Durch dieses einfache Mittel vermeidet man sehr häufig das Verziehen und Reißen der zu härtenden Gegenstände.

§. 60.

Härten dünner, leicht verbiegbarer Stücke.

Stücke, die beim Einlegen in freies Feuer ungleiche Hitze erhalten und durch Anstoßen an Kohlen rc. leicht verbogen werden können, erhitzt man zweckmäßig in einer Büchse von Schwarzblech, durch welche mitten ein hinlänglich langes Eisenstäbchen gesteckt ist (Taf. 2. Fig. 1.). Dieses Stäbchen zieht man heraus, um an ihm die Temperatur zu beobachten, die der Inhalt der Büchse erlangt hat; denselben Grad des Glühens, den diese Stange zeigt, haben auch die andern in der Büchse befindlichen Gegenstände. Sind die in der Büchse erhitzten Stücke von der Art, daß sie sich nicht bequem anfassen lassen, so würden sie zu schnell auf den Boden des Wassergefäßes fallen und sich nicht gut härten. Man thut dann wohl, mehrere Stücke mit Eisendraht zu einem losen Bündel zusammen zu binden und das Ende des Eisendrahts mit der Zange anzufassen.

Sind die in der Büchse zu erhitzenden Gegenstände zu klein oder von zu unregelmäßiger Gestalt, als daß das vorige Verfahren sich bequem anwenden ließe, so hilft man sich durch das sogenannte Einsetzen. Man nimmt nämlich eine Büchse, die wenigstens um ein Drittel größer ist, als die in sie zu bringenden Gegenstände; auf den Boden derselben macht man ein Bett von Holzkohlenpulver und schichtet dann die Stücke abwechselnd mit Holzkohlenpulver zusammen, bis die ganze Büchse voll ist; dabei bringt man nicht mehr Kohle ein, als nöthig ist, um die Berührung der Stücke zu verhindern und die leeren Räume zu füllen. Das Ganze wird hierauf bis zum rosenrothen Glühen erhitzt. Dann kehrt man die Büchse um und leert sie mit einer kreisenden Bewegung in das Wassergefäß aus.

§. 61.

Einfluß des Kalthämmerns auf das Härten.

Das Kalthämmern hängt von der größern oder geringern Geschicklichkeit des Arbeiters ab; werden zwei gleich dicke Stücke kalt gehämmert, so werden selten beide nach vollendeter Operation noch ein gleiches Volumen haben. Das kalte Hämmern ist der erste Grund des Reißens; ehe solche Risse sich unter dem Hammer zeigen, befinden sich die Stahltheile schon in der Spannung, wodurch demnächst diese Risse zum Vorschein kommen; härtet man ein solches Stück, so muß es sich werfen. Auch ist dieses der Grund, warum gute Schmiedearbeiten sich beim Härten weniger verziehen, als die Stücke anderer Arbeiter. Man muß deßhalb ein Stück nicht zu viel kalt hämmern, sondern nur um es zu richten. Wozu nützt denn am Ende auch das viele kalte Hämmern? Will man den Folgen des zu starken kalten Bearbeitens vorbeugen, so glühe man das Stück dunkelroth, lasse es an der Luft kalt werden, tauche es dann ins Wasser, richte es und feile es zurecht. Dann erst schreite man zum Härten.

Nachdem wir die Fehler bemerkt hatten, die das Kalthämmern dem Stahle mittheilt, suchten wir zu entdecken, ob sich nicht auch solche Fehler im Gefüge des Stahls zeigten. Wir schmiedeten zu dem Ende mehrere Stahlstangen mit aller möglichen Aufmerksamkeit auf die letzte Schweißhitze, die nur dunkelroth glühte. Jede dieser Stangen wurde in drei Theile zerschnitten. Einen Theil steckten wir zum Nachlassen in glühende Kohlen und ließen ihn darin, bis die Kohlen gänzlich verbrannt waren. Der zweite Theil wurde dunkelroth geglüht, in der Luft abgekühlt, bis er wieder schwarz geworden war, und dann in Wasser getaucht. Hierauf wurden beide so viel als möglich kalt gehämmert. Dann nahmen wir den dritten Theil dazu und härteten alle drei bei vollkommen demselben Hitzegrade, so viel man dem äußern Anscheine nach darüber urtheilen konnte. Im nachherigen Bruche fand sich nichts, was zum Vortheile der beiden kalt gehämmerten Theile gesprochen hätte; im Gegentheile hatte das in den Kohlen nachgelassene Ende ein viel roheres Gefüge und ein weit gröberes Korn, als die beiden andern Enden, die wenig von einander abzuweichen schienen; wir geben jedoch jedes Mal dem Stücke den Vorzug, welches unmittelbar nach dem Schmieden gehärtet wurde, ohne vorher

nachgelassen, noch kalt gehämmert zu sein. Wir wiederholten den Versuch mit jeder unserer Stangen und fanden immer dasselbe Resultat.

Daraus folgt denn, daß das Nachlassen und Kalthämmern unnütz sind und selbst schädlich sein können. Der im Wasser nachgelassene Stahl hatte freilich ein Gefüge, welches von dem des unmittelbar nach dem Schmieden gehärteten Stahls wenig verschieden war. Dieses Nachlassen kann also keinen Nutzen haben. Von dem Stahle, der nach dem Schmieden nachgelassen und dann kalt gehämmert wird, macht man nur selten Gebrauch, obgleich wir auf diese Weise vortreffliche Instrumente erhalten haben. Fast alle Mechaniker würden sich mit Vortheil dieser Methode zur Verfertigung von Scheeren, Meißeln, Bunzen, Haken zum Drehen des Eisens u. s. w., sowie auch die Zeugschmiede zur Verfertigung ihrer Schneidewerkzeuge bedienen können, was bis jetzt nicht geschieht.

§. 62.

Glühen des zu härtenden Stahls im Metallbade.

Zum gleichmäßigen und bequemen Erhitzen kleiner Gegenstände kann man auch ein Metallbad anwenden. Man schmelzt Blei oder ein Gemisch aus Blei, Zink und Zinn in einem an einem Ende verschlossenen Flintenlaufe (Taf. 4. Fig. 6.), oder auch in einem Schmelztiegel in solcher Menge, daß man den zu härtenden Gegenstand darin eintauchen kann. Ist das Metall flüssig geworden und hat es einen hinreichenden Hitzegrad, die Weißglühhitze, angenommen, so taucht man die zu härtenden Gegenstände in dasselbe ein, die denn auch alsbald zu glühen anfangen. Haben sie den nöthigen Wärmegrad, so taucht man sie in das Härtewasser oder in die sonst zum Ablöschen bestimmte Flüssigkeit.

Die auf diese Weise erhitzten Stücke erleiden durchaus keinen Stoß und können sich nicht verbiegen, was leicht beim Heizen im Kohlenfeuer geschehen kann. Ferner hat diese Methode den Vorzug, daß der Stahl nicht leicht zu stark erhitzt werden kann, weil das Bad selbst nur wenig wärmer ist, und daß er sich völlig gleichförmig erhitzt. Allein ein großer Fehler dieser Heizmethode liegt in dem Umstande, daß dünne Stücke sich leicht mit Zinn überziehen; dieser Ueberzug verhindert dann das nachherige Härten, indem der Stahl das Härtewasser nicht unmittelbar berührt. Ferner hat diese Methode den Vorzug, daß

der Stahl auf seinen Flächen nicht durch die Einwirkung der Luft und die Heftigkeit der Flamme angegriffen wird, was leicht bei offenem Feuer der Fall ist und zwar oft in dem Grade, daß das Stück nachher nicht taugt. So wird z. B. ein gravirtes Stück oft leicht so stark durch die Einwirkung der Luft oxydirt, daß die Gravirung darunter leidet; andere Stücke bekommen durch das Oxydiren Rostflecke und härten sich nachher an dieser Stelle nicht.

Obgleich indeß das Heizen der zu härtenden Gegenstände im Metallbade so sehr einfach zu sein scheint, so kann es doch nur in wenigen Fällen wirklich angewendet werden; die unzähligen Schwierigkeiten, welche dasselbe jeden Augenblick darbietet, machen es unausführbar. Es ist dies Verfahren in diesen Tagen so außerordentlich angepriesen worden, wir müssen es deßhalb hier etwas genauer betrachten.

Die meisten Schriftsteller, welche diese neue Methode anpreisen, bezeichnen das Erhitzen, das Ablöschen und das Anlassen des gehärteten Stahls mit dem einen Namen des Härtens; daraus sind die an sich unrichtigen Ausdrücke entstanden: Stahl in geschmolzenem Blei gehärtet, statt Stahl in geschmolzenem Blei erhitzt; gelb gehärteter Stahl, purpurroth, violet, blau gehärteter Stahl. Ebenso sagt man: Stahl gehärtet wie Messer, wie Rasirmesser, statt gehärteter und strohgelb, purpurroth angelassener Stahl; gehärteter und blau angelassener Stahl.

Vorzüglich empfohlen hat man ein Bad aus Zink und Wismuth; dieses schmilzt aber bei einer Temperatur von 169° Réaumur *); es fehlen folglich 221° an der Hitze, bei

	Ther. Réaum.	Pyrom. Wedgw.
*) Ein Metallbad aus 1 Theil Blei, 4 Zinn, 5 Wismuth schmilzt und bleibt flüssig bei	94	—
Zinn schmilzt	169	—
Wismuth	190	—
Blei	210	—
Gußeisen	7989	130
Stahl	8567	140
Eisen	9606	158
Silber	—	22
Rothkupfer	—	27
Gold	—	32

welcher der Stahl anfängt zu glühen und 1088° an der Hitze, bei welcher feine Stahlsorten sich härten. Blei schmilzt bei 210° Réaumur, also 1047° früher, als der Hitzegrad eintritt, bei welchem manche Stahlsorten härten. Man muß daher ein solches Metallbad stärker erhitzen und dessen Wärme mit dem Pyrometer untersuchen, einem Instrumente, welches kaum der zwanzigste Arbeiter kennen möchte. Die Wärme des Metallbades muß für gemeine Stahlsorten wenigstens 3765° Réaumur betragen, eine Hitze, welche das genannte Metallgemisch kaum aushält; diese wird sich an der Oberfläche fortwährend oxydiren; man muß beständig Harz oder Oel zusetzen, um die Masse im Flusse zu erhalten, dadurch hat man eine Sorge und auch Kosten mehr. Hat man mehre Stücken zu härten, so kühlen die ersten das Metallbad ab; dieses muß frisch erhitzt und jeden Augenblick mit dem Pyrometer untersucht werden, damit die Wärme den richtigen Grad nicht überschreitet. Bringt man gleichzeitig zwei Gegenstände hinein, von denen der eine kleiner ist, so wird sich dieser schneller erhitzen; wenn dann auch die Temperatur des Bades nur etwas zu hoch ist, so wird sich dieses kleinere Stück schnell überhitzen und man bekommt ein unvollkommenes Härten. Es ist durchaus nothwendig, daß man die Hitze nach dem bloßen Ansehen beurtheilen könne und daß das Pyrometer wegfallen kann. Hat man ein feines, dünnes, mit Krümmungen versehenes Stück zu härten, und dieses zeigt sich beim Herausziehen aus dem Metallbade nicht heiß genug, so muß man es wieder eintauchen; dabei leistet das flüssige Metall einen großen Widerstand, und das Stück erhält dann leicht eine verbogene Form. Hat man mehre Stücke zu härten und man bringt diese auf einmal in das Bad, so kühlt sich dieses ab und muß wieder erhitzt werden; befinden sich unter den Stücken dann feine mit Spitzen und Kanten versehene, so verzinnen sich diese und bekommen einen Metallüberzug

---

	Therm. Réaum.	Pyrom. Wedgw.
Eisen und Stahl fangen an schwach im Dunkeln zu glühen	268 . .	—
Eisen und Stahl glühen im Tageslichte .	390 . .	—
Hitze des Eisens, welches in der Schmiedeesse rothglüht	455 . .	—
Grenzpunkt des Wedgwod'schen Pyromet.	— . .	240
Quecksilber siedet bei	308 . .	—
Hitzegrad eines Küchenfeuers aus Holzkohlen.	494 . .	—

und dieser verhindert das nachherige Härten. Hat man ein Stück zu härten, welches einen Fuß lang ist, so bedarf man dazu eines Tiegels von wenigstens 15 Zoll Höhe und 3 bis 4 Zoll Durchmesser, sowie eine Flußmasse von wenigstens 100 Pfund; diese wird nicht leicht in einer constanten Temperatur zu erhalten sein, um so weniger, da wegen der Form der meisten Stücke der Tiegel in der Regel vertikal stehen muß. Bedenkt man die Kosten für Kohlen, für den Ofen, worin der Tiegel erhitzt wird, für das Metall, für das Pyrometer und die nöthigen Geräthschaften, so möchten wohl wenige Arbeiter geneigt sein, einen so bedeutenden Aufwand für einen höchst zweifelhaften und jedenfalls sehr geringen Erfolg zu machen.

Man darf hiernach wohl mit vollem Rechte behaupten, daß das Härten mittelst eines Metallbades durchaus unpraktisch ist. Wollte man statt des Bleies, Zinns und Wismuths ein anderes Metall nehmen, so trifft man auf neue Schwierigkeiten. So würde z. B. Rothkupfer gut sein, welches bei 27° Pyrometer schmilzt; allein es hält schwer, ein solches Metall in kleinen Werkstätten in Fluß zu bringen; auch muß die Temperatur nach dem Flusse noch bedeutend erhöht werden, indem zum Härten des Stahls wenigstens 40° Pyrometer erfordert werden. Wegen der Hitze des Ofens, der Lebhaftigkeit der Flamme, dem Widerschein des der Innenseite des Ofens und des Metalls kann man nicht nahe genug herantreten, um ein kleines Stück in dem Metallbade zu sehen; man braucht lange Zangen und wird sie doch nicht leicht finden können. Hat man mehr dünne und feine Stücke, so schwimmen diese auf der Oberfläche des flüssigen Metalls und müssen niedergedrückt werden; sie erhitzen sich dann an der Stelle, wo sie gehalten werden, niemals so schnell als anderwärts und können also hier schon überhitzt sein, während sie an der gehaltenen Stelle eine richtige Temperatur annehmen. Man könnte diesem Uebel durch loses Zusammenbinden der Stücke abhelfen; allein auch ein solches Bündel schwimmt, muß niedergehalten werden, wird sich verbiegen und härtet sich in der Mitte niemals so gut, als wenn die Stücke einzeln erhitzt werden. Wollte man statt des Kupfers Gußeisen wählen, so würde das Pyrometer überflüssig; denn dieses schmilzt erst bei 130 Pyrometergraden, man könnte also an der Farbe die Hitze seines Stückes beurtheilen. Allein außer allen vorhin schon genannten Hindernissen, die sich hier theilweise in noch höherm

Maße einfinden, würde erst noch untersucht werden müssen, ob nicht das Eisen dem Stahle seinen Kohlenstoff entzieht.

Ist ein einfaches Metallbad zum Härten unpraktisch, so sind die mehrfach angepriesenen doppelten und dreifachen Metallbäder eine wahre Chimäre; es scheint fast, als ob solche Neuerer absichtlich darauf studiren, sich den einfachen Weg zum Ziele mit Hindernissen zu verrammen, nur um sie wieder beseitigen zu können.

§. 63.

Zweckmäßige Vorrichtung zum Erhitzen des zu härtenden Stahles.

Die Untersuchungen über die Wirkungen des Härtens führten uns von selbst zum Nachdenken über die zweckmäßigsten Mittel, ein gleichförmiges Erhitzen zu erreichen und dabei die genannten Fehler möglichst zu vermeiden. Nach mannichfachen Versuchen haben wir folgende Methode angenommen: die zu härtenden Stücke werden in eine länglich viereckige Büchse aus Rothkupfer gelegt, welche an dem einen Ende offen ist (Taf. 2. Fig. 1.). Eine andere größere Büchse hat inwendig Querleisten, welche zwei oder drei von den kleinen kupfernen Büchsen tragen; das offene Ende der letzteren schließt ein Deckel. Diese Büchsen werden über einander gestellt und sind durch einen feinen Rost getrennt, durch welchen die sie erhitzende Flamme tritt. Vor jedem Roste befindet sich eine kleine Thür, durch welche man hineinsehen und den Hitzegrad beurtheilen kann. Die unterste kupferne Büchse ist ganz von Kohlen umgeben; die über ihr stehende wird weniger und langsamer erhitzt, die höher stehende noch weniger. Hat die unterste Büchse den nöthigen Wärmegrad, so nimmt man sie heraus und härtet ihren Inhalt. An ihre Stelle wird dann die zweite Büchse gesetzt, die Stelle der zweiten nimmt die dritte ein und für diese bringt man wieder die erste, deren Inhalt gehärtet ist, an die Stelle, nachdem man sie mit neuer zu härtender Waare gefüllt hat. Hat man sämmtliche Gegenstände gehärtet, so kann man eine der kupfernen Büchsen, nachdem man das Feuer etwas gemäßigt hat, zum Anlassen der gehärteten Stücke benutzen. Man erhält auf diese Weise eine constante Temperatur für das Anlassen der einzelnen Gegenstände.

§. 64.

Einfluß des Wetters und der Jahres- und Tageszeit auf das Härten.

Bekanntlich hat die Kälte großen Einfluß auf die Metalle; sie macht z. B. das Eisen sehr spröde; so sieht man im Winter eiserne Wagenachsen unter einer leichten Last und beim geringsten Stoße springen. Auch ein gehärtetes Stahlstück wird von der Kälte leiden und äußerst spröde werden. Hat man mehrere Gegenstände bei starkem Froste zu härten, und man legt die zuerst gehärteten auf den Amboß, während man die übrigen härtet, wie dies die meisten Arbeiter zu thun pflegen, so wird man häufig jene springen hören, während man diese härtet. Wir haben auf diese Weise Walzen zu Streckwerken 24 Stunden nach ihrer Härtung springen sehen.

Wir kennen Arbeiter, welche nicht bei kaltem Wetter und bei heftigem Winde härten, ja sich sogar nach dem Mondeswechsel richten; das Letztere ist jedenfalls ein Vorurtheil; wenigstens haben wir nie von einem Einflusse des Mondes auf das Härten des Stahls das Geringste wahrgenommen. Einige Arbeiter suchen sich trockenes, andere feuchtes Wetter zum Härten des Stahls aus; namentlich wollen viele aufmerksame Arbeiter eine bessere Arbeit bei feuchter Witterung erhalten haben; vielleicht bewirkt die feuchte Luft etwas Aehnliches wie das Benetzen bei den Schmiedekohlen. Dann ließe sich allenfalls auch der Vorrang, den die englischen Stahle von jeher gehabt haben, aus der nebligen, feuchten Luft Englands erklären.

Was die Tageszeit anlangt, in der man das Härten vornehmen muß, so nehme man dasselbe so viel wie möglich Frühmorgens vor; das helle Tageslicht wirkt nachtheilig auf eine Entscheidung des Gesichtes, der volle Sonnenschein afficirt die Augen zu stark und schwächt sie. Muß man am hellen Tageslichte und bei wolkenlosem Himmel härten, so sorge man für einen Vorhang, welcher Schatten macht, damit man die Glühhitze des Stahls richtig beurtheilen könne. Vorzüglich hüte man sich, des Nachts zu härten; man würde dann immer die Rothglühhitze des Stahls für lebhafter halten, als sie wirklich ist, ihn also zu wenig härten. Auch unmittelbar nach der Mahlzeit besitzt man eine Fülle von Säften, die das Auge weniger empfindlich macht. Man kann sich über den richtigen

Hitzegrad um so leichter täuschen, als man gar keinen Vergleichungspunkt in der Nähe hat, denn die Farbe der Kohle ist nicht so beschaffen, daß sie zu diesem Zwecke paßt; auch kann man sich wegen der Hitze dem Feuer nicht so sehr nähern, und doch darf man die Stücke nicht aus dem Feuer herausnehmen, vorzüglich wenn sie dünn sind, weil das wiederholte Abkühlen dem Stahle schaden würde und das Stück sich leicht verbiegen könnte.

§. 65.

Volumenvergrößerung des Stahls durch das Härten.

Es ist schon durch ältere Versuche bekannt, daß der Stahl nach dem Härten sein Volumen vergrößert, also einen größern Raum einnimmt, als in seinem ungehärteten Zustande. Die Ursache dieser Erscheinung liegt in der plötzlichen Erkaltung, bei welcher der Stahl sich nicht wieder so viel zusammenzieht, als er sich vorher bei der Erhitzung ausgedehnt hat. Auch kann diese Ausdehnung zum Theil darin ihren Grund haben, daß der Stahl beim Härten noch Kohlenstoff aufnimmt. Aus vielfachen Versuchen zeigte sich, daß diese Ausdehnung bei feinen Stahlsorten bedeutender ist, als bei gemeinen. Eisen, auf gleiche Weise wie Stahl erhitzt und gehärtet, dehnt sich wenig aus.

Um die Größe dieser Ausdehnung genau zu erfahren, stellten wir folgende Versuche an: Fünf Stäbchen von verschiedenen Stahlsorten wurden mit der größten Sorgfalt gefeilt, genau gemessen mit einem Instrumente, welches noch den dreißigsten Theil einer Linie angab, in einer blechernen Büchse zwischen Kohlenpulver geglüht, gehärtet und dann wieder gemessen. Gleichzeitig wurde ein Stäbchen von Schmiedeeisen auf dieselbe Weise behandelt; dieses zeigte keine Zunahme im Volumen. Die Stahlstäbchen gaben folgende Resultate:

№	Stahlsorte.	Dimensionen.	Maß vor dem Härten. Theile.	Ausdehnung durch das Härten			
				Theile.	in einem Bruche des anfänglichen Maßes.	in Decimaltheilen.	in Kubikmaß.
1.	Gußstahl.	Länge	441	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{1323}$	0,00075	0,0240 = $\frac{1}{41}$
		Breite	35	1	$\frac{1}{35}$	0,01176	
		Dicke	44	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{88}$	0,01136	
2.	desgl.	Länge	334	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{688}$	0,00149	0,0160 = $\frac{1}{62}$
		Breite	116	1	$\frac{1}{116}$	0,00862	
		Dicke	85	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{170}$	0,00588	
3.	Gemeiner Stahl.	Länge	330	3	$\frac{1}{110}$	0,00909	0,0455 = $\frac{1}{22}$
		Breite	100	$1\frac{1}{2}$	$\frac{3}{200}$	0,01500	
		Dicke	43	1	$\frac{1}{48}$	0,02083	
4.	desgl.	Länge	436	2	$\frac{1}{218}$	0,00459	0,0364 = $\frac{1}{27}$
		Breite	90	1	$\frac{1}{90}$	0,01111	
		Dicke	49	1	$\frac{1}{49}$	0,02041	
5.	desgl.	Länge	433	3	$\frac{3}{433}$	0,00692	0,0373 = $\frac{1}{27}$
		Breite	113	$1\frac{1}{3}$	$\frac{4}{339}$	0,01180	
		Dicke	55	1	$\frac{1}{55}$	0,01818	

Die letzten drei Versuche, bei welchen die Ausdehnung größer und deßhalb auch mit mehr Genauigkeit zu messen war, scheinen zu beweisen, daß die bleibende Vergrößerung desto bedeutender ist, je geringer die Dimensionen des Stahlstücks sind, und daß folglich kleinere Stücke eine verhältnißmäßig größere Ausdehnung erleiden. Dies ist auch leicht begreiflich, indem in der Richtung der kleineren Dimensionen die Abkühlung plötzlicher vor sich geht, ihre Wirkung also auch bemerkbarer werden muß.

§. 66.

Verhalten des Gewichts vor und nach dem Härten des Stahles.

Ueber die Dichtigkeit des Eisens und Stahls mag hier zunächst folgende Tabelle ihren Platz finden:

	Gußeisen.	Eisen,		Schmelzstahl,				Brennstahl.	Gußstahl,	
		geschmiedet	nicht geschmiedet	nicht geschmiedet	geschmiedet	kalt gehämmert	gehärtet		gehärtet	nicht gehärtet
Nach Brisson.	7,207	.	von 7,60 bis 7,788	7,698 7,833	7,767	7,8404	7,8163	7,856	. .	. .
" Francoeur	. .	. .	7,800	. .	7,735	. .	. .	. .	. .	. .
" Pearson		von 7,450 bis 7,787			7,735	Wootz, nicht geschmiedet			7,647	7,200
						Huntsmann desgl.			von 7,800 bis 7,900	
" Clouet	. .	. .	. .	. . . .	. .	. . . .	. . .	7,79	. .	7917
" Fourcroy	. .	. .		von 7,60 bis 7,39 u. selbst 8,16						
" Vauquelin, Versuch am 10. August 1817.	. .	. .	. .	. .	7,781	. . .	. . .	7,850	. .	7,916
Im Allgemeinen giebt man an .	. .	. .	7,60 bis 7,84	7,80 7,90						

Der Gewichtsverlust, den der Stahl beim Härten, fast allen Schriftstellern zufolge, erleiden soll, ist in nachstehender Tabelle enthalten:

		Der Cubikfuß Stahl wiegt	verliert durchs Härten
Nach Bezout	nicht gehärtet	541 Pf. 3 Unz. 1 Quentch. 43 Gr.	1 Pf. 15 Unz. 1 Quentch. 43 Gr. = 0,00059
	gehärtet	539 — 4 — „ — „ —	
„ Lavoisier	nicht gehärtet	548 — 5 — „ — 41 —	1 — 2 — 6 — 38 — = 0,00042
	gehärtet	547 — 2 — 2 — 3 —	
„ Brisson	nicht gehärtet	548 — 13 — 1 — 21 —	1 — 9 — „ — 51 — = 0,00056
	gehärtet	547 — 4 — 1 — 28 —	
„ Réaumur verliert eine Unze Stahl durchs Härten		. . . .	½ — = 0,00087
„ der Encyclopädie verlieren 13 Quentchen		. . . .	¼ — = 0,00027

Trotz dieser Angaben der Schriftsteller, die freilich oft bedeutend genug von einander abweichen, aber alle darin übereinstimmen, daß der Stahl durchs Härten leichter wird, vermutheten wir, daß, da der Stahl sein Volumen vergrößert und zugleich ein feineres Korn durch das Härten erhält, auch sein Gewicht und seine specifische Dichtigkeit größer werden müsse. Wir wogen deßhalb die im vorigen Paragraph genannten Stäbchen vor und nach dem Versuche genau und erhielten dadurch folgende Resultate:

Stahlsorte.	Gewicht vor dem Härten.				Gewichtsvergrößerung durch das Härten.		
	Unz.	Qu.	Gr.	Gramm.	Gran.	Grammen nach dem Härten.	
1. Gußstahl	1	1	14,8	35,04	0,2	35,05	
2. desgl.	2	4	1,6	76,56	0,6	76,59	
3. Gemeiner Stahl	1,	1	59,4	37,55	0,4	37,57	
4. desgl.	1,	4	7,6	46,30	0,9	46,35	
5. desgl.	1,	6	23,3	54,76	0,7	54,80	
Nach Vauquelin's Versuche vom 14ten August 1817. Schmelzstahl	. . .			70,03	. . . .	69,95	verloren 0,08.
Cementstahl	. . .			82,97	. . . .	83,11	gewonnen 0,14.
Gußstahl	. . . . .			56,20	. . . .	56,35	gewonnen 0,15.

Diese durchaus von der allgemeinen Ansicht abweichenden Resultate theilten wir im Jahre 1812 der Ackerbaugesellschaft zu Caen mit, welche Commissarien ernannte, vor denen wir unsere Versuche zu zwei verschiedenen Malen wiederholen mußten. Das erste Mal erkannte man bloß eine Zunahme des absoluten Gewichts, ohne eine Zunahme des specifischen Gewichtes anerkennen zu wollen; das zweite Mal gestand man die Zunahme des letztern, ohne eine Zunahme des erstern anzuerkennen. Im Jahre 1816 theilten wir unsere Resultate Vauquelin mit, welcher begierig war, die Versuche wiederholt zu sehen. Dieses geschah, und das Resultat haben wir in vorstehender Tabelle aufgeführt.

Anmerkung des deutschen Bearbeiters. Wir möchten die in diesem Paragraphen mitgetheilten Resultate nicht ohne weitere Versuche geradezu unterschreiben. Der Verfasser zeigt sich in seinen theoretischen Ansichten so durchaus befangen und so aller Wissenschaft fremd, daß die aus dieser geschöpften Gründe für seine Beobachtungen als völlig nichtig erscheinen. Dabei wäre es denn leicht möglich, daß er sich in seinen Versuchen, wenn auch nicht absichtlich, gleichfalls, wir möchten sagen, seiner curiosen Theorie zu Gefallen, irrte. Daß er ohnehin mit der Sache nicht recht im Klaren ist, beweist der Umstand, daß er eine Gewichtsvermehrung ohne eine Vermehrung des specifischen Gewichts nicht zugeben zu dürfen glaubt. Bedenkt man dagegen, daß Damemme seinen Stahl nicht im offenen Feuer, sondern in Büchsen, die mit Kohlenpulver gefüllt waren, erhitzte, und daß also das Feuer keinen directen Einfluß auf denselben hatte, so muß man zugeben, daß eine Gewichtsvergrößerung, und, wenn sie bedeutend genug im Vergleich zu der Volumenvergrößerung wäre, auch eine Vermehrung der Dichtigkeit nicht geradezu unmöglich ist, ja sogar einige Wahrscheinlichkeit erhält, wenn die Thatsache mit der Verfeinerung des Korns beim Härten ihre Richtigkeit hat. Daß der Stahl noch mehr Kohlenstoff aufnehmen könne, ist leicht zu begreifen. Jedenfalls scheint uns die Sache wichtig genug zu sein, um Damemme's Versuche im Auszuge mit Weglassung aller seiner sonderbaren theoretischen Ansichten hier mittheilen zu dürfen, wäre es auch nur, um Andere zu Versuchen über denselben Gegenstand aufzufordern.

Sechstes Capitel.
Anlassen des gehärteten Stahls.

§. 67.
Zweck des Anlassens.

Das Anlassen des Stahls besteht in dem nochmaligen Hineinbringen des gehärteten Stahls in ein weniger oder mehr starkes Feuer, so wie es gerade die Beschaffenheit des Stahls und der Zweck der Arbeit erheischt. Das Anlassen geschieht in der Absicht, um das Härten theilweise rückgängig zu machen; sowie der Stahl aus dem Härten kommt, ist er hart, trocken, brüchig, spröde und ohne Festigkeit; er vermag keiner Kraft zu widerstehen. Es giebt wenige Gegenstände, zu welchen man den gehärteten Stahl unmittelbar anwenden kann; er muß fast immer erst angelassen werden; durch letztere Operation verbessert man die Fehler der erstern; es tritt so zu sagen ein Mittelzustand zwischen gehärtetem und nicht gehärtetem Stahle ein. Federn bekommen durch das Anlassen ihre Elastizität, müssen also immer angelassen werden; eben so nothwendig ist das Anlassen für schneidende Werkzeuge, Hebewerkzeuge und überhaupt für alle solche Stücke, die einen Druck oder Stoß auszuhalten haben.

Das Härten und das Anlassen des Stahls sind also zwei durchaus verschiedene Operationen, deren Resultate einander entgegengesetzt sind.

§. 68.
Verschiedene Grade des Anlassens.

Bringt man einen gehärteten Stahl nochmals ins Feuer, so wird er abermals erhitzt und zwar stufenweise immer stärker. Treibt man dies Erhitzen bis zum Glühen des Stahls, so verliert derselbe seine Härte gänzlich und wird wieder zu ungehärtetem weichen Stahle. Während des Uebergangs von einem Zustande in den andern giebt er bei immer wachsender Wärme seine Härte allmählig ab, und dies kündigt sich durch Farben auf seiner Oberfläche an, welche mehr oder weniger deutlich hervortreten und immer in einer bestimmten Ordnung auf einander folgen. Sie werden Anlaßfarben genannt.

Von dieser natürlichen Eigenschaft des Eisens und des Stahls, sich farbig anzulassen, kann man einen vortrefflichen Gebrauch machen, um sich Instrumente für bestimmte Zwecke zu

verschaffen. Deßhalb muß denn auch der Arbeiter diese Farben genau kennen; von ihnen hängt die Härte und Güte der Arbeit ab, weil man aus ihnen den Moment beurtheilt, wo man mit dem Heizen nachlassen und das Stück in Wasser oder einer andern Flüssigkeit kalt werden lassen muß.

Zwischen den beiden Grenzpunkten, der äußersten Härte und der durch das Nachlassen erlangten natürlichen Weichheit des Stahls giebt es unzählig viele Modificationen, die ihm nur einen Theil seiner Härte nehmen und ihm nach und nach den Grad von Elasticität geben, dessen er fähig ist.

Ist der Stahl nach dem Härten polirt, so erscheinen die Farben um so deutlicher, je besser polirt er ist. Das Anlassen geschieht in einem mäßigen Feuer von zerkleinerten Kohlen oder noch besser in bloßer Kohlenglut; in einem Feuer von gröbern Kohlenstücken nimmt der Stahl nicht so leicht eine gleichförmige Hitze an, wodurch dann die Farben ungenau werden.

§. 69.

Anlaßfarben.

Glüht man den gehärteten Stahl in einer sanften und regelmäßigen Hitze, so verschwindet die anfänglich weiße Farbe desselben, geht merklich ins Gelbliche über; es ist dieses die erste Nüance der Anlaßfarben, die strohgelbe.

Bei weiterem Glühen wird diese Färbung immer tiefer und geht bald in die zweite Nüance über, in die goldfarbige.

Wird der der Stahl weiter geglüht, so verschwindet auch diese Farbe allmählig; es trit dann die dritte Nüance ein, purpurrothe, taubenhalsfarbige oder kupferrothe *).

Hierauf folgt bei fortgesetztem Erhitzen die vierte Nancüe der Anlaßfarben, die violette.

Diese geht bei der fünften Nüance in Dunkelblau über, welchrs allmählig heller wird und sich bei der sechsten Nüance als hellblau oder himmelblau darstellt. Bei noch stärkerer Erhitzung verschwindet auch diese Farbe nach und nach und es tritt die siebente und letzte Nüance ein, die graue, meergrüne oder wasserfarbige.

---

*) Unter diesen Färbungen giebt es allerdings noch einigen Unterschied; allein er ist so gering, und die einzelnen Färbungen folgen so schnell auf einander, daß es sehr schwer oder wohl ganz unmöglich ist, eine von ihnen vorzugsweise herzustellen; wir fassen sie deßhalb unter einer Benennung zusammen und sehen die Temperatur dieser Färbungen als eine feste an.

Erhitzt man den Stahl über diesen Punkt hinaus noch stärker, so fängt er an roth zu glühen; es lassen sich dann keine bestimmten Farben mehr unterscheiden. Nach dem Rothglühen hat der Stahl sein Korn, seinen Klang und seine Elasticität verloren.

Die hier beschriebenen Farben fallen sehr in die Augen, sie übertreffen sogar an Schönheit die besten Malerfarben, namentlich, wenn man den Stahl gut bearbeitet, und sehr gleichmäßig erhitzt hat. Ist letzteres nicht geschehen, so fließen die Farben in einander und es hat dann mit der Beurtheilung seine Schwierigkeit. Von der Wahrheit dieser Behauptung überzeugt man sich, wenn man ein Stahlstück, was gut polirt ist, bloß an dem einen Ende erhitzt; man wird dann die Farben schrittweise nach dem erhitzten Ende zu hervortreten sehen, und jede einzelne Farbe verläuft in die beiden benachbarten.

Um das Ineinanderlaufen der Farben zu verhüten, thut man die brennenden Kohlen in ein Feuerbecken oder in eine Pfanne, namentlich wenn die Esse nicht recht hell ist; man facht die Kohlen mit einem Fächer oder einem andern tauglichen Instrumente an, legt dann den Stahl hinein und es erscheinen dann nach und nach die oben beschriebenen Nüancen in fester Reihenfolge bis zur Wasserfarbe, welche die letzte ist, die sich wahrnehmen und unterscheiden läßt.

Der Anlaßgrad ist der erlangten Hitze proportionirt und zeigt sich auf der Oberfläche durch eine deutliche Färbung, die von der vorhergehenden und nachfolgenden durchaus verschieden ist. Die zuerst erscheinenden Farben zeigen demnach den größten Härtegrad an, den der Stahl haben kann, nachdem er die zur Hervorbringung der Anlaßfarben erforderliche Hitze überhaupt einmal erlitten hat, und er wird dann bei fortgesetzter Erhitzung immer weicher, sowie die spätern Farben eintreten.

Die genannten Farben stellen sich bei jedem Stahle in der vorhin genannten Ordnung ein; sie sie kehren sogar jedesmal in derselben Reihenfolge wieder, wenn man ein und dasselbe Stahlstück, nachdem man es jedesmal erst wieder polirt hat, mehrmals hintereinander anlaufen läßt. Die Anlaßfarben treten jedoch beim ersten Male am schönsten hervor; auch erklärt sich dieser Umstand leicht, wenn man bedenkt, daß ein nicht gehärteter Stahl niemals in so schönen Farben anläuft, als ein gehärteter Stahl, und daß ein schon angelassener gehärteter Stahl theilweise wieder enthärtet ist. Ein gehärteter Stahl, den man angelassen

hat, nimmt auch immer eine bessere Politur an, als ein nicht gehärteter Stahl, indem er diesen an Härte übertrifft und ein Stahl sich immer um so schöner poliren läßt, je härter er ist. Bei Metallen und Steinen steht immer der Politurgrad mit der Härte im Verhältniß.

§. 70.

Temperaturen der einzelnen Anlaßfarben.

Die Anlaßfarben richten sich nach dem Hitzgrade, welchen man dem Stahl aussetzt; von ihm rührt auch die oft so geringe Güte der Stahlstücke her, die man anlassen mußte. Nicht selten wird auch der einsichtsvollste Arbeiter bei dem Anlassen in Verlegenheit kemmen, indem es ihm fast unmöglich ist, den richtigen Hitzegrad zu treffen. Mehre Gelehrte haben ein sicheres, leichtes und schnelles Mittel aufgefunden zur Bestimmung der Anlaßhitzegrade; namentlich zu bemerken sind in dieser Hinsicht die Arbeiten von Thomson und Harteley; der Letzte nahm am 9. Juni 1789 ein Patent zu London auf sein Mittel zur Feststellung des Hitzegrades für jede einzelne Anlaßfarbe. Er bohrte nämlich eine dicke Stahlstange bis auf zwei Drittel ihrer Dicke, füllte die Löcher mit Quecksilber, stellte Thermometer in das Quecksilber, und erhitzte nun die Stahlstange vorsichtig bis zu dem Punkte, daß sich die Anlaßfarben auf der Oberfläche zeigten; die Grade des Thermometers zeigten dann die nöthige Wärme für jede einzelne Anlaßfarbe. Folgende Tabelle enthält die Temperaturen, die auf diese Weise gefunden wurden.

Nach Thomson	Hunderttheil. Thermomet.	Nach Harteley.	F.	R.	Nach Karsten.	F.	Schmelzhitze des
Sehr blasses Gelb von	221° bis 222°						
Sehr schwaches Gelb	— — 232	Schwachg.	442	166			
1. Anlaßf. strohgelb	— — 237	Goldgelb	450	169	Blaßgelb	400	Zinnes
2. " goldgelb	— — 250	Goldgelb	460	173	Goldgelb	420	
3. " purpurroth	— — 263	Taubenhalsgelb.	500	189	— —		
4. " violet	— — 290	Violet	540	203	Violet	450	Wißm.
— — —	— — —	Kupferroth	565	212	— —		
Dunkelblau	— — 304	Dunkelblau	580	218	Purpurr	540	Bleies
		Wasserfarbig	700	410			

Die dunkelblaue Farbe tritt hiernach ein bei 218° Réaumur, 304° des hunderttheiligen Thermometers und 580° Fahrenheit. Da nun der Nullpunkt des Pyrometers 478° Réaumur, 598° des hunderttheiligen Thermometers und 1077° Fahrenheit entspricht, so tritt die genannte Farbe 260° Réaumur, 294° des hunderttheiligen Thermometers und 497° Fahrenheit unter der Hitze ein, bei welcher der Stahl rothzuglühen beginnt; sie liegt außerdem 20° Pyrometer, 1009° Réaumur, 1266° Centesimalthermometer und 2420° Fahrenheit unter dem Hitzegrade, bei welchem sich einige Stahlsorten härten, und sie liegt 40° Pyrometer, 2322° Réaumur, 2836° Centesimalthermometer und 5420 Fahrenheit unter der Kirschrothglühhitze, bei welcher sich die Stahle im Allgemeinen härten.

§. 71.

Verfahren beim Anlassen.

Unter den Gegenständen, die man anläßt, befinden sich gewöhnlich Stücke, die man farbig, violet, dunkelblau, himmelblau erhalten will. Man polirt sie zu dem Ende, ehe man sie härtet, polirt sie nach dem Härten noch einmal, um alle Schlacken zu entfernen und dem Stahle seine schöne weiße Politur zu geben, bei der er nachher die besten Farben annimmt. *) Hierauf setzt man sie einer mäßigen Hitze aus, entweder in der Esse oder auf einem Feuerbecken, oder auch nur auf einer mit Löchern durchbohrten Eisenblechplatte, unter der sich glühende Kohlen befinden; letzteres Mittel giebt schönere Farben, als wenn man ein zu heftiges Feuer anwendet. Mitunter finden sich Kohlen, die nicht genug verbrannt sind, sondern bei

*) Damit ein zu härtendes, polirtes Stück vom Feuer nicht angegriffen wird, kann man nach einer der im vorigen Capitel angegebenen Methoden verfahren. Am sichersten geschieht dies Härten auf folgendem Wege: Man verfertigt sich zwei Büchsen aus Rothkupfer in Gestalt eines verlängerten Cubus mit 3=, 6=, 8=, 10facher Grundfläche, je nach dem Volumen der zu härtenden Stücke. Jede Büchse ist an dem einen Ende offen; die eine ist kleiner und kann in die größere hineingeschoben werden. Jede Büchse ist an dem verschlossenen Ende mit einem großen Ringe versehen, mittelst dessen man sie anfassen und auseinanderziehen kann, wenn sie rothglühen. In die kleine Büchse thut man die zu härtenden Gegenstände. Um die Luft gänzlich abzuhalten, füllt man den Raum in der großen Büchse zwischen dieser und der kleinen Büchse mit weich gemachtem Thone aus. Hat das Ganze den richtigen Hitzegrad angenommen, so faßt man die Ringe mit zwei Haken und leert den Inhalt der Büchsen in das Härtewasser, wobei man dann dafür sorgen muß, daß nicht alle Stücke auf dieselbe Stelle fallen.

ihrem abermaligen Glühen einen Rauch aufsteigen lassen, welcher den Stahl umhüllt und die Farbe desselben nicht sichtbar werden läßt. Hat man Stücke von einigem Werthe anzulassen, so kann man sich in diesem Falle auf folgende Weise helfen: Man verfertigt sich aus Blech einen länglichen, viereckigen Kasten mit einer seiner Größe entsprechenden Randleiste (Taf. 4. Fig. 1.); diesen Kasten füllt man mit Sand und erhitzt ihn, wobei man den Sand von Zeit zu Zeit umrührt, daß er gleichförmig warm wird. Dann ebnet man die Oberfläche des Sandes und legt die anzulassenden Stücke auf ihn, ohne den Kasten aus dem Feuer zu entfernen; man bekommt auf diese Weise eine gleichmäßige Hitze und eine lebhafte Farbe. Will man mit kostbaren Stücken, die aber nicht groß sein dürfen, noch genauer verfahren, so nimmt man Weingeist oder Branntwein, zündet ihn an und bewegt dann das anzulassende Stück nach allen Richtungen herum in der Flamme; mag es dann eine auch noch so unregelmäßige Gestalt haben, es nimmt immer eine gleichmäßige Hitze an und erhält eine Nüance, welche die schönsten Farben an Lebhaftigkeit übertrifft.

Das Anlassen im freien Essefeuer ist niemals räthlich; die Hitze wirkt daselbst momentan und stellenweise, und das Stück nimmt dann leicht an einzelnen Punkten eine tiefere Farbe an, als man wünscht. Mitunter ist die Färbung unregelmäßig, hier goldgelb, dort dunkelblau; dadurch wird das Stück fehlerhaft, weil es nicht gleichmäßig hart ist. Das Anlassen in der Flamme ist vorzuziehen; es dauert freilich länger, allein man erreicht dann auch seinen Zweck sicher. Man nimmt eine tüchtige Hand voll Holzkohlen und bringt diese mittelst eines Blasebalges in Brand; man erhält dadurch eine Flamme, die 4 bis 5 Zoll dick ist und eine verhältnißmäßige Höhe hat; in dieser Flamme bewegt man sein Stück, welches eine gleichmäßige Wärme und eine regelmäßige Farbe annimmt. Durch Uebung lernt man bald den Grad kennen, bis zu welchem man nach dem Volumen des Stückes das Feuer anfachen muß.

§. 72.

Fortschaffen der Farbe von einem angelassenen Stücke.

Will man einem Stahle, den man polirt und zu irgend einer Farbe angelassen hat, an einigen Stellen diese Farbe nehmen und die anfängliche Politur wiederherstellen, so bringt man Talg, Oel oder Wachs auf die Stellen, die farbig bleiben sol-

len, und zieht dann das ganze Stück durch verdünnte Schwefelsäure; die mit der Schwefelsäure in Berührung tretenden Stellen nehmen dann ihre anfängliche Politur wieder an. Es reicht hin, wenn man einen Theil Schwefelsäure auf 19 Theile reines Wasser nimmt. Sowie das Stück aus der verdünnten Säure herauskommt, muß es in reines Wasser getaucht und darin abgewaschen werden.

§. 73.

Anlassen mit brennendem Talg und Holze.

Um sich der großen Aufmerksamkeit zu überheben, die man beim Anlassen auf den Grad der durch die Hitze bewirkten Farbennüancirung zu richten hat und die dennoch nicht immer zum Ziele führt, haben die Arbeiter allerlei Mittel versucht, durch welche sie ohne große Aufmerksamkeit schnell und sicher zum Ziele gelangen könnten. Dahin gehört denn namentlich das Anlassen mit Talg und mit brennendem Holze.

Bei der ersten Methode läßt man den Stahl zu einer mäßigen Temperatur kommen, überzieht ihn dann mit Talg oder Oel und bringt ihn ins Feuer zurück. Bei zunehmender Wärme fängt der Talg oder das Oel an zu brennen und giebt dem ganzen Stücke, so unregelmäßig dessen Gestalt auch sein mag, eine Hitze, die gleichmäßig und immer dieselbe ist. Diese Anlaßmethode ist für Federn gut anzuwenden, nur müssen diese nicht zu dünn sein; im letztern Falle darf man das Fett nicht gänzlich verbrennen lassen, sondern muß es auslöschen, ja das Stück sogar ins Wasser tauchen, weil es sonst leicht rothglühen, seine Härte und damit seine Elasticität verlieren könnte.

Das zweite Mittel ist bequem auszuführen, namentlich wenn die Esse nicht recht hell ist. Auch kann man damit voluminöse Stücke anlassen, die schlecht geschmiedet sind und sich auf andere Weise nicht leicht anlassen lassen. Die Scharschmiede reinigen ihre Arbeit selten so, daß sie die Anlaßfarben beobachten können; in solchen Fällen ist dann das Anlassen mit Talg sehr bequem. Es ereignet sich aber auch wohl, daß die anzulassenden Stücke bedeutend groß sind, oder nur stellenweise, weil sie vorgestahlt sind, nachgelassen werden müssen, wie z. B. Aexte, Beile, Hackemesser ꝛc. Man erhitzt das Stück, bis es beinahe himmelblau geworden ist; dann thut man auf die anzulassenden Stellen etwas Holzsägespäne oder reibt auch nur die glühenden Stellen mit einem Holzstücke, wozu man gewöhnlich

den Hammerstiel nimmt; sowie dann das Holz anfängt zu brennen, ist der Hitzegrad gut. Wir brauchen wohl kaum zu erwähnen, daß diese Methode sehr unvollkommen ist.

§. 74.

Anlaßmethoden zu besondern Zwecken.

Die vorigen Anlaßmethoden entsprechen nicht immer dem Zwecke der Arbeiter. Es giebt Instrumente, die mehr Sorgfalt und Vorsicht erfordern. So muß z. B. ein dünnes Küchenmesser geschmeidig und biegsam sein und deßhalb wie eine Feder angelassen werden; dabei muß aber die Schneide härter sein, weil sie sich sonst auf dem Knochen umlegen würde. Ein Speckmesser muß noch biegsamer sein und dennoch schneiden, also an der Schneide gehörige Härte besitzen. Eben so geht es vielen andern Gegenständen; hier reichen die bisherigen Anlaßmethoden nicht aus. Man hilft sich in solchen Fällen auf folgende Weise:

Man läßt zuerst die ganze Klinge, wenn das Stück etwa ein Messer ist dunkelviolet, fast dunkelblau an, polirt sie und giebt ihr die weiße Farbe wieder. Dann schneidet man eine Mohrrübe von hinreichender Länge fast bis zur Hälfte ihrer Dicke auf; in die Oeffnung steckt man die Schneide der Klinge, so daß die halbe Breite derselben von der Rübe bedeckt ist (Taf. 6. Fig. 2.); man macht das Feuer in der Esse zurecht, ohne aber frische Steinkohlen hinzuzuthun, indem man nur die schon gebrauchten, um das Feuer herumliegenden Kohlen zusammenschaufelt; frische Steinkohlen lassen des Rauches wegen die Farbe nicht wahrnehmen, und bloße Holzkohlen geben zu wenig Wärme. In dies Feuer bringt man die an der Rübe steckende Klinge mit dem Rücken nach dem Feuer zu, und bewegt sie darin schnell hin und her; man heizt dabei stark, als wenn man ein Stück Eisen zu erhitzen hätte; die Anlaßfarbe wird sich bald zeigen. Paßt man nicht auf, so fängt die Klinge leicht an rothzuglühen, ohne daß dadurch die in der Rübe steckende Schneide beschädigt wird; das Anlassen darf indessen nur bis zur Wasserbläue vorschreiten. Ist die Klinge hierauf geschliffen, so zeigt sie den gehörigen Grad von Elasticität. Statt der Mohrrübe kann man auch eine Runkelrübe nehmen. *)

---

*) Bei einem Zieheisen, einem Stücke, welches mit Aufmerksamkeit behandelt werden muß, brauchen nur die Löcher hart zu sein; je weicher

Eine langjährige Praxis und eine Menge von Versuchen hat uns statt der vorstehenden Methoden folgendes einfache Verfahren kennen gelehrt:

Man nimmt zwei Eisenplatten, die 1 Zoll breit, an der einen Seite $1\frac{1}{2}$ Linie dick, an der andern etwas dünner sind und die Gestalt einer Messerklinge haben (Taf. 6. Fig. 3. und 6.); man krümmt beide, daß sie die Form der anzulassenden Klinge bekommen. Zwischen diese beiden Eisenplatten schiebt man seine Klinge bis etwa zur Hälfte hinein, so daß die Eisenplatten mit ihrer dünnen Seite nach dem Rücken der Klinge hin gekehrt sind (Taf. 6. Fig. 6.). Dann faßt man das Ganze mit einer starken Zange in der Mitte der Klinge an, mit der Vorsicht, daß die Zangenblätter nicht über die Eisenstreifen weggreifen (Fig. 6.). Erhitzt man dann das Ganze schnell, so wird der Rücken der Klinge, welcher nicht eingehüllt ist, sich bald bis zur Wasserfarbe anlassen und selbst, wenn man es für nöthig hält, rothglühen, ehe die übrige Klinge sich im Mindesten verändert hat.

In einer Jahreszeit, wo keine Rüben zu haben sind, so wie man sie gerade wünscht, leistet folgendes Verfahren treffliche Dienste. Wir haben uns eine Zange von der Sorte der Feuerzangen machen lassen, die 18 Zoll lang ist; die Backen derselben bestehen aus zwei vierkantigen Eisenstücken von 6, 8, 10 Linien ins Gevierte und 8 Zoll Länge, welche auf die Stiele der Feuerzange (Taf. 7. Fig. 5.) geschweißt sind; die durch die Feder verbundenen Stiele der letztern sind selbst 8 bis 10 Zoll lang. Das Federn der Zange gewährt den Vorzug, daß sie immer offen steht und man die anzulassende Klinge leichter fassen kann. Eben so haben wir uns eine Art Zwinge (Taf. 7. Fig. 4.) machen lassen, welche das Gebiß des Schraubstockes vor dem Enthärten durch die Zange schützt. Hat man nun die Klinge angelassen, wie zu Anfange dieses Paragraphs gesagt ist, so polirt man sie wieder, läßt dann das Ende der Zange rothglühen, faßt die Klinge am Rücken in ihrer ganzen Länge bis auf zwei Drittel der Breite der ganzen Länge der Zange nach; hierauf schiebt man das Ganze in die zwischen dem offenen Schraubstocke be-

der Körper ist, desto besser ist das Stück. Zu dem Ende putzt man das Stück blank und füllt dann die Löcher mit dem Marke aus Kohlstrunken; wird dann die Platte hellblau angelassen, so wird der Rand um die Löcher nur goldgelb und bleibt härter.

findliche Zwinge; der Schraubstock wird schnell zugedreht, und sogleich sieht man auf der Klinge und an der Zange hin eine blaue Färbung zum Vorschein kommen. Man schraubt den Schraubstock geschwind auf, schiebt die Zange nach der Spitze der Klinge zu, wodurch diese sogleich das gewünschte Anlassen erhält. Dabei hat man ein feuchtes Tuch in der Hand, womit man den ganzen angelassenen Theil der Klinge reibt, damit das Anlassen sich während des Anlassens der Klinge nicht weiter fortsetzen kann.

§. 75.

Härten und Anlassen können nicht in einer einzigen Operation ausgeführt werden.

Manche und selbst neuere Schriftsteller behaupten, man könne ein Stahlstück in einer einzigen Operation härten und anlassen zugleich; sie schreiben vor, man solle dem Stahle nur den Hitzegrad geben, der zu einer Härte nöthig ist, wie er sie beim gewöhnlichen Verfahren nach dem Härten und Anlassen annimmt. *) Sie behaupten, der Stahl behalte im Innern beim Härten noch genug Hitze, um nachher in der Luft auf seiner Oberfläche die Anlaßfarben anzunehmen. Wenn dies wahr wäre, so würde es um die Güte des Werkzeuges schlecht aussehen; außerdem geht die Wirkung des Härtens zu schnell vor sich, und es würde schwierig, ja wohl unmöglich sein, den Augenblick zu treffen, wo er die richtige Temperatur hat, damit er nach dem Ablöschen nur die nöthige Härte und noch so viel

*) Es giebt Arbeiter, namentlich in der Gascogne, die das Geheimniß zu besitzen behaupten, den Stahl in einer einzigen Operation zu härten und anzulassen; sie härten den Stahl zu dem Ende in Branntwein und wenden diese ihre Methode zu Federn und Speckmessern an. Das Mittel ist jedoch unzuverlässig und leistet nicht immer, was es soll. Man muß dabei den Stahl in einer niedrigen Temperatur härten; wir wissen aber schon aus dem Frühern, wie schwierig es ist, einen festen Punkt zu treffen; solche Modificationen können deßhalb nur ein unvollkommenes Resultat geben.

Wir haben es vielfach versucht, Gegenstände von einem Zolle im Durchschnitte und noch geringerer Größe in Branntwein zu härten, um zu sehen, ob das Härten bis ins Centrum vor sich gehe. Welchen Hitzegrad wir auch dabei anwenden mochten, niemals, oder doch nur bei sehr dünnen Stücken, erhielt der Stahl eine gleichmäßige Härte, oft auch war er nicht hart genug. Das Verfahren ist unseres Erachtens mangelhaft und sogar unpraktisch.

innere Hitze hat, um sich selbst anlassen zu können; auch müßte man dies Anlassen noch aufhalten. Die Meinung, daß man den Stahl in einer einzigen Operation zugleich härten und anlassen könne, beruht auf einem Irrthume; es giebt nämlich in der That Gegenstände, die nur an dem einen Ende hart zu sein brauchen, wie Pfriemen, Grabmeißel rc.; diese härtet man denn auch nur an dem einen Ende; wird nun ein solcher Gegenstand drei Zoll lang erhitzt und nur einen Zoll weit abgelöscht, so theilt der nicht abgelöschte Theil dem abgelöschten hinterher Hitze genug mit, um sich gehörig anzulassen; dieses ist aber nicht die Ansicht der genannten Schriftsteller. Federn und schneidende Werkzeuge lassen sich auf diese Weise nicht behandeln.

§. 76.
Mängel des Anlassens.

Fast sämmtliche Stahlstücke, die gehärtet werden, müssen auch angelassen werden. So nöthig denn auch das Anlassen für die Güte eines gehärteten stählernen Instrumentes ist, so hängt doch das Gelingen dieser Operation vom Zufalle und von der Geschicklichkeit des Arbeiters ab. Hat das Härten seine Mängel, so ist auch das Anlassen nicht frei davon. Wir konnten für das Härten nur allgemeine Bemerkungen mittheilen; eben so verhält es sich mit dem Anlassen. Alle Werkzeuge, die zur Bearbeitung des Eisens gebraucht werden sollen, wird man im Allgemeinen strohgelb, goldgelb und purpurroth anlassen. Die violete, taubenhalsfarbige und dunkelblaue Nüance eignet sich für Messer, Meißel der Zimmerer, Tischler und Drechsler, für Ringscheeren rc. Die hellblaue Farbe und die Hitze des brennenden Talges paßt für Hackemesser, Aexte, Beile, Bankmesser, Hippen, Federn u. s. w. Uebrigens läßt sich die Anlaßfarbe für jedes einzelne Instrument nicht im Allgemeinen angeben, indem sie sich nach der Beschaffenheit des Stahls, der Consistenz und Form des Werkzeuges, dem jedesmaligen Zwecke u. s. w. richtet.

Je feiner der Stahl ist, desto besser nimmt er die Politur und desto besser auch die Anlaßfarben an; dies ist wohl der Grund, weßhalb alle feinen Bijouteriewaaren aus feinem Stahle gemacht werden. Läßt man einen Stahl mehrere Male nach einander an, so zeigen sich die Anlaßfarben immer weniger deutlich; um dann die gewünschte Farbe zu erhalten, muß man den

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Stahl mitunter abermals härten; sowie sich denn viele Stahlstücke nur noch drei bis vier Mal härten lassen und dann erst wieder geschmiedet werden müssen. Sowie der Stahl sich durch ein wiederholtes Härten verschlechtert, so verschlechtert er sich auch durch wiederholtes Anlassen.

§. 77.

Merkwürdige Erscheinungen beim Anlassen.

In Beziehung auf die Anlaßfarben treten mitunter sonderbare Erscheinungen ein. Zunächst erscheinen diese Farben immer nur auf der Oberfläche und könnten deßhalb durch abermaliges Poliren und Abschaben vollständig entfernt werden. Dabei ereignet es sich denn häufig, daß ein auf beiden Seiten polirtes Stahlstück bald auf der Seite, die dem Feuer zugekehrt ist, und bald auf der entgegengesetzten Seite die stärkere Färbung annimmt, ohne daß man die Umstände genauer anzugeben vermöchte, welche diesen Unterschied in der Farbe hervorbringen.

Bringt man in demselben Augenblicke zwei Stahlstücke von derselben Beschaffenheit und derselben Größe in ein sanftes regelmäßiges Feuer, und läßt sie zum Zwecke des Anlassens darin liegen, bis sie beide purpurroth geworden sind, nimmt dann das eine aus dem Feuer und hält es frei in die Luft, so wird es bald von selbst dunkelblau. Läßt man das andere so lange im Feuer, bis es auch dunkelblau ist, und taucht dann beide ins Wasser, so muß das Stück, welches am längsten im Feuer gewesen ist, am meisten enthärtet und am weichsten geworden sein. Allein woher kommt bei dem ersten Stücke die blaue Farbe, und warum wird es nicht eben so weich, als das zweite, wenn doch die Farbe den nachherigen Hitzegrad bestimmen soll? Wir machen einsichtsvolle Arbeiter auf dieses Factum, was sich gegenwärtig wohl schwerlich genügend erklären läßt, aufmerksam.

Nimmt beim Anlassen ein Stahlstück an irgend einer Stelle eine tiefere Färbung an, als man gerade wünscht, so hält man das zu starke Anlassen dadurch auf, daß man etwas Wasser auf die zu stark erhitzte Stelle tropfen läßt; bringt man dann das Stück ins Feuer zurück, um die noch nicht genug erhitzten Stellen stärker zu erhitzen, so fahren die durch das Wasser abgekühlten Stellen fort, eine tiefere Färbung anzunehmen, und mitunter nehmen die benachbarten Stellen, die nicht abgekühlt sind, keine tiefere Farbe an, als sie vorher hatten. War die Farbe violet, so wird sie dunkelblau; war sie dunkelblau, so wird sie sofort

Bayerische Staatsbibliothek München

hellblau, obgleich die benachbarten Theile oft nur violet sind. Diese plötzlich so tief gewordene Färbung setzt nicht den nöthigen Hitzegrad voraus, denn es passirte wohl, daß wir während dieser Veränderung ein Stück mit freier Hand anfassen konnten. *)

§. 78.
Anlassen im Metallbade.

Zum Anlassen im Metallbade schmelzt man Blei, Zinn oder ein Gemisch aus Blei, Wismuth und Zinn, legt die anzulassenden Stahlstücke auf dieses Bad und man sieht dann bald die Anlaßfarben zum Vorschein kommen. In der Praxis trifft man jedoch bei dieser Methode auf mancherlei Schwierigkeiten.

1) Das Anlassen im Metallbade kann, obgleich es theoretisch angepriesen wird, nicht mittelst des Pyrometers regulirt werden; denn eine der letzten Farben, die dunkelblaue, erfordert nur 218° Réaumur, und der Nullpunkt des Pyrometers entspricht 478° Réaumur. Die himmelblaue Farbe erfordert 300, die wasserblaue 410° Réaumur; das Pyrometer ist also unnütz. Man muß daher seine Zuflucht zum Thermometer nehmen; allein aus welchem Metalle will man dies verfertigen?

2) Das Blei kann nicht mit Vortheil angewendet werden, weil es erst bei 206° Réaumur schmilzt, und die strohgelbe Farbe nur 166, die dunkelstrohgelbe 169, die goldgelbe 173, die taubenhalsfarbige 189, die violete 203° Réaumur nöthig hat.

3) Nicht viel besser ist der Wismuth, indem dieser erst bei 190° Réaumur schmilzt.

Das Zinn eignet sich freilich in dieser Beziehung zu dem Metallbade mehr, indem es bei 169° Réaumur schmilzt. Allein damit sind die Uebelstände nicht beseitigt, denn um die fol-

---

*) Der Verfasser würde sich über solche Facta nicht so sehr wundern, wenn er mit den Forschungen der neuern Physik im Gebiete der Optik, wie sie z. B. Brewster und Frauenhofer angestellt haben, genauer bekannt wäre. Die verschiedenen Farben auf der Oberfläche haben ihren Grund in einer Reflexion des Lichtes, die durch die Structur dieser Oberfläche bedingt wird. Daß diese Structur durch Hitze, durch Einwirkung der Luft, des Wassers und vieler anderer Umstände sich ändern müsse, und daß dennoch die Oberfläche selbst in andern Farben erscheinen könne, ist leicht zu begreifen. Wir haben des Verfassers theoretische Ansichten über die Nüancirungen beim Anlassen des Stahls weggelassen, weil sie, wie alle seine theoretischen Aeußerungen, völlig gehaltlos sind. Anm. d. deutsch. Bearb.

genden Farben hervorzubringen, muß man die Temperatur erhöhen. Das zweckmäßigste Bad wäre ein Gemisch aus 1 Theile Blei, 4 Theilen Zinn und 5 Theilen Wismuth; dieses Gemisch schmilzt bei 94° Réaumur. Für die untersten Farben würde ein solches Gemisch sehr gut sein; dagegen eignet es sich für die höhern Farben noch weniger, als das Zinn und Blei, indem es noch mehr erhitzt werden müßte. Das Thermometer würde in beiden Fällen unnütz sein.

4) Wäre die Temperatur des Bades bis auf 200° Réaumur gestiegen, und man wollte dann etwa die zu 170° gehörende Farbe haben, so kann das Thermometer nicht gebraucht werden, sondern nur das bloße Auge entscheiden, was eine neue Unvollkommenheit ist.

5) Hat man mehrere Stücke anzulassen, die verschiedenes Volumen haben, so bringt man sie bei den übrigen Methoden alle zugleich ins Feuer; die kleinsten sind dann zuerst fertig. Dieses ist bei dem Metallbade nicht möglich, indem das Thermometer die verschiedenen Temperaturen nicht anzeigt.

6) Schwimmen die Stücke auf dem Bade, so ist der Gebrauch des Thermometers unvollkommen, indem dann die umgebende Luft die Resultate ändert. Damit das Thermometer gebraucht werden kann, müssen die Stücke in das Bad eingetaucht sein; sie einzeln einzutauchen, ist fast nicht möglich; bindet man sie aber zusammen und hält die ganze Masse untergetaucht, so erhitzen sich die kleinern Stücke immer schneller und es ist in der Praxis gar nicht zu vermeiden, daß man kleinere und größere Stücke zusammen bearbeiten muß. Wie auch die Temperatur des Metallbades beschaffen sein mag, man wird immer ein unvollkommenes Resultat erhalten.

7) Ein Uebelstand bei den Metallen ist es ferner, daß ihre Oberfläche sich oxydirt. Man kann dies freilich durch Aufgießen von Harz und Talg verhüten, allein dies schadet dem Anlassen des Stahls und verhindert eine leichte Anwendung des Bades.

Hieraus ergiebt sich denn hinreichend, daß ein solches Metallbad durchaus unpraktisch ist, und daß nur Charlatanerie so viel Aufheben von ihm machen kann.

§. 79.

Leinölbad zum Anlassen.

Zweckmäßiger als das Metallbad ist ein Bad von Leinöl; dieses siedet bei 310° des hunderttheiligen Thermometers. Thut

man Leinöl in ein kupfernes Gefäß und bringt in dieses eine beliebige Anzahl von den anzulassenden Stücken, nachdem man diese, um sie bequem herausnehmen zu können, mit einem dünnen Eisendrahte an einander gebunden hat, stellt dann ein Thermometer hinein, und erhitzt das Oel bis zu dem Grade, welcher für die zu erhaltende Anlaßfarbe nöthig ist, so darf man auf eine gute Arbeit rechnen, wenn man die sämmtlichen Stücke, sowie das Thermometer den richtigen Wärmegrad zeigte, herausnimmt und ins Wasser wirft. In einer Fabrik, die solchen Aufwand zu machen im Stande wäre, könnte man auf diese Weise leicht tausend Rasirmesserklingen in einer Stunde anlassen, während ein tüchtiger und geübter Arbeiter sonst höchstens zwei Dutzend in der Stunde anläßt. Den kleinen Uebelstand, daß die Arbeit voll Oel ist, beseitigt man leicht dadurch, daß man das Ganze eine Minute lang in Pottaschenwasser kocht; dadurch können die Klingen nicht leiden, indem die Siedehitze wenigstens 70° unter der niedrigsten Temperatur liegt, bei welcher der Stahl sich anläßt. Von dieser Anlaßmethode wird man nur dann wirklichen Vortheil haben, wenn man im Stande ist, auch das Härten im Großen betreiben zu können, wozu wir die Mittel früher angegeben haben.

§. 80.

Versuche mit Metallbädern zum Anlassen.

So viel und von so manchen Seiten auch die Zweckmäßigkeit des Metallbades angepriesen wird, so hatten wir uns längst davon überzeugt, daß dasselbe völlig nutzlos und unausführbar sei. Um jedoch nichts zu versäumen, stellten wir einige positive Versuche an, die wir hier mittheilen, und deren Richtigkeit wir verbürgen können.

Wir nahmen ein Metallgemisch aus 4 Theilen Zinn und 4 Theilen Blei, im Ganzen 1 Kilogramm wiegend; den vorhandenen Tabellen zufolge muß dieses bei 187° des hunderttheiligen Thermometers, also 34° früher schmelzen, als die Anlaßfarben zum Vorschein kommen. Wir bereiteten drei Stahlenden von zwei Zoll Länge und vier Linien Breite; das erste wog 37 Gran, das zweite 1 Quentchen 35 Gran, das dritte 3 Quentchen 20 Gran. Sobald das Metallgemisch anfing zu schmelzen, wurden die Stahlstücke hineingelegt, die obenauf schwammen. Wir nahmen das Bad vom Feuer und wendeten die Augen nicht von dem Stahle ab; es durften keine Farben

zum Vorschein kommen, weil die Tempera... des Bades dazu zu tief war. Das stärkste Stahlstück war etwas gekrümmt; durch Zufall geschah es, daß die hohle Seite mit dem Metalle in Verbindung kam, wodurch die Enden ein wenig in das Metall eintauchten; sie nahmen die Hitze schneller an als der übrige Theil der Stange. Die Enden färbten sich strohgelb, goldgelb und zuletzt violet; der mittlere Theil zeigte eine schöne, dunkelgoldgelbe Farbe, die sich deutlicher aussprach, als auf den beiden andern Stahlstangen, obgleich diese ein geringeres Volumen hatten; wir sind geneigt, diese Differenz in dem geringern Grade von Politur zu suchen, welchen die beiden kleinern Stangen hatten. Während die Stahle farbig anliefen, was nicht hätte geschehen sollen, wurde eine mäßige Nadel neben sie gelegt, während das Bad noch flüssig war, aber nicht auf das Feuer zurückgesetzt wurde. Diese nahm alsbald die strohgelbe Farbe an. War das Bad noch 187° heiß, und konnte es eine Färbung zeigen, die zu 221° des hunderttheiligen Thermometers gehört? Wir werden uns dem verpflichtet fühlen, der uns Aufklärung über diesen Gegenstand verschafft.

Nicht zufrieden mit diesem Resultate stellten wir einen zweiten Versuch an, wobei wir im Voraus auf ein ähnliches Facit rechneten.

Wir setzten 1 Pfund Zinn und $3\frac{1}{2}$ Pfund Blei zusammen. Dieses Metallgemisch giebt nach der Landrin'schen Tabelle 251°9 Wärme, also die Temperatur der goldgelben Farbe, die nach Thomson 250° des hunderttheiligen Thermometers ist. Der Versuch wurde vorgenommen in Gegenwart von Hérault, Bergbau-Ingenieur, Thierry, Professor der Chemie, Charaux, Professor der Hydrographie, Lepetit, Professor der Mathematik, und Changeur, Mechanikus.

Das Gemisch wurde geschmolzen, und man brachte dann so schnell als möglich drei Stahlstücke hinein, von denen das eine 1 Quentchen $49\frac{1}{2}$ Gran, das zweite 4 Quentchen 17 Gran, das dritte 6 Quentchen $19\frac{1}{2}$ Gran wog. Das größte durchlief schnell mehrere Nüancen und war in 11 Secunden blau geworden; das zweite gab nach 7 Secunden dasselbe Resultat, wie das erste nach 5 Secunden. Die Stücke blieben im Bade und gingen ins Himmelblaue und in die Wasserfarbe über; bald nachher aber erschienen wieder dieselben Farben, wie vorher, und das Bad fing an, fest zu werden. Ein kleiner Theil des Metalles an der Oberfläche war noch flüssig; man legte in diesen

eine Messerklinge, die sehr langsam verschiedene Farben annahm. Wegen vorhandener oxydirter Metalltheile konnte die Klinge das Bad nicht in ihrer ganzen Länge berühren und erschien deßhalb unregelmäßig gefärbt. Der dickste Theil (der der Spitze entgegengesetzte) war nach 67 Secunden blau geworden, und das Bad in den festen Zustand übergegangen.

Man brachte hierauf das Bad abermals in die Esse zurück; der Topf, worin es enthalten war, erhielt nur von einer Seite Feuer; nach wenigen Momenten ging das Metall an dieser Seite in Fluß über. Sogleich wurden zwei Stahlstücke hineingebracht; das eine wog 37 Gran und erhielt in 17 Secunden eine dunkelpurpurrothe Farbe; das andere wog 1 Quentchen 35 Gran und zeigte sich nach 20 Secunden blau, wo das Bad zu gestehen anfing.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich denn die Unvollkommenheit der Temperaturen und mit ihr die gänzliche Unbrauchbarkeit des Metallbades zum Anlassen des gehärteten Stahles.

Im Jahre 1813 erhielten wir Kunde von den Resultaten, die Harteley über die Temperaturen der Anlaßfarben des gehärteten Stahls gefunden hatte. Unbekannt mit den von ihm angewandten Mitteln schien es uns nicht gut möglich zu sein, in diesem Punkte ein sicheres Resultat zu erhalten. Wir waren zu neugierig, als daß wir die Sache hätten beseitigen können, ohne sie selbst zu untersuchen. Wir stellten zu dem Ende folgenden Versuch an:

Es wurde Stahlblech in Form eines Kegels zusammengebogen; der Raum in dem Kegel betrug einen Cubikzoll. Desgleichen wurde ein zweiter Kegel, größer als der erste, verfertigt, in welchem letzterer vollkommen anschloß; beide wurden dergestalt in einander geschoben, daß die gelötheten Stellen einander gegenüber lagen. In jeden Kegel wurde ein Boden mit Schraube eingelöthet, so daß das Ganze einen festen Körper bildete. Es wurde ein Hals angelöthet und auf diesen ein Deckel geschroben, der beliebig abgenommen werden konnte. In dem Deckel befand sich ein Loch, durch welches man eine lange Thermometerröhre einschob, die keine Kugel hatte. Von der zerbrochenen Kugel hatte man einen Theil sitzen lassen, welcher sich gegen den stählernen Deckel lehnte. Die Röhre wurde mit Glaserkitt in dem Deckel befestigt. Wurde dann der Deckel aufgeschroben, so war Röhre und Behälter dergestalt hermetisch verschlossen, daß auch Quecksilberdämpfe nicht entweichen konnten. Es wurde nun der

Behälter und ein Theil der Röhre mit Quecksilber gefüllt, der Null= und Siedepunkt bestimmt, und die Röhre dann zwischen beiden und auch über den Siedepunkt hinaus graduirt. Das so fertige Thermometer wurde auf einer eisernen Skala dergestalt befestigt, daß alle Gefahr gegen das Zerbrechen beseitigt war.

Nachdem der Stahlbehälter des Thermometers gut polirt war, brachten wir dasselbe ins Feuer, in Erwartung eines völlig glücklichen Resultats. Bei hinreichender Erhitzung zeigte sich unten am Behälter eine schwache gelbe Färbung, die einen ziemlich regelmäßigen Ring von etwa $1\frac{1}{2}$ Linie Höhe bildete. Wir erwarteten nun am Thermometer den Grad bezeichnet zu finden, der zu dieser Farbe gehörte; allein wie groß war unser Erstaunen, als wir über dem ersten Ringe einen zweiten eben so gestalteten, von goldgelber Farbe, und über diesem einen fast eben so gebildeten von taubenhalsgelber Farbe erblickten. Kurz, der Stahlkegel zeigte alle sieben Anlaßfarben sehr deutlich, was freilich recht artig aussah, unsere Erwartungen aber völlig täuschte. Dabei war denn das Quecksilber in der Röhre nicht über 150° gestiegen.

Wir theilten dieses Resultat Vauquelin mit, der sich nicht wenig darüber wunderte und sehr wünschte, den Versuch wiederholt zu sehen. Leider konnte dies wegen unserer bald darauf erfolgten Abreise von Paris nicht geschehen.

§. 81.

Gewichtsverlust des gehärteten Stahls beim Anlassen.

Um zu erfahren, wie es sich mit dem Gewichte beim Nachlassen des Stahls verhalte, wurde jeder der §. 65. genannten Stangen der nöthige Hitzegrad für eine bestimmte Anlaßfarbe mitgetheilt. Als sie purpurroth angelaufen waren, wurden sie gewogen, und es fand sich ein constanter Gewichtsverlust. Der Versuch wurde mit jeder Stange für die purpurrothe, für die dunkelblaue, für die Farbe des brennenden Talges wiederholt. Es fand sich jedes Mal eine Verringerung des Volumens und Gewichts. Zuletzt wurden sie dunkelroth geglüht; sie wogen dann 2 bis 3 Centigrammen weniger, als in dem ersten Anlaßzustande, wo sie schon das verloren hatten, was sie durchs Härten an Gewicht und Volumen gewonnen hatten; sie verloren in diesem Zustande 2, 3, 4 Centigrammen von dem Gewichte, welches sie vor dem Härten gehabt hatten. Zu bemerken ist dabei, daß der Verlust um so größer war, je feiner der Stahl war. Folgende Tabelle stellt die Resultate unserer Untersuchungen dar.

Tabelle über den Gewichtsverlust des gehärteten Stahls bei den einzelnen Anlaßgraden.

Stahlsorte.	Nro. der Stangen.	Gewicht der Stangen.	Vermehrung des Volumens und Gewichts beim Härten. Gr.	in Theilen.	Rauminhalt.	Anlaßgrade.	Verlust beim Anlassen, vergl. mit anfängl. Gew. in Theilen.	Gr.	Gran
Gußstahl.	1.	39,04	1	0,00026	0,0023	purpur	0.00026	1	0,2
						dunkelblau	0,00077	3	0,6
						Talg	0,00102	4	0,8
						rothglühend	0,00179	7	1,3
desgl.	2.	76,56	3	0,00039	0,01603	purpur	0,00013	1	0,2
						dunkelblau	0.00026	2	0,4
						Talg	0,00052	3	0,8
						rothglühend	0,00077	5	1,1
Gem. Stahl	3.	37,55	2	0,00053	0,0455	purpur	0,00027	1	0,2
						dunkelblau	0,00053	2	0,4
						Talg	0,00079	3	0,6
						rothglühend	0,00133	5	0,9
desgl.	4.	46,30	5	0,00108	0,0364	purpur	0,00043	2	0,4
						dunkelblau	0.00064	3	0,6
						Talg	0,00108	5	0,9
						rothglühend	0,00151	7	1,1
desgl.	5.	54,76	7	0,00128	0,0343	purpur	0,00015	1	0,2
						dunkelblau	0,00046	3	0,6
						Talg	0,00077	5	0,9
						rothglühend	0,00128	7	1,3

§. 82.

Verschlechterung des Stahls durch das Anlassen.

Der Stahl verliert also beständig durch das Anlassen an Gewicht und Volumen; er wird immer schlechter, wenn man ihn mehrere Male anläßt, und namentlich, wenn man ihn mehrere Male rothglühend macht, ohne ihn zu schmieden. Dadurch wird denn auch die Meinung derjenigen beseitigt, welche glauben, man könne einen Stahl beliebig oft mit derselben Farbe anlassen, ohne seiner Güte, Härte und Elasticität zu schaden.

Sowie die Anlaßfarben zum Vorschein kommen, ändert sich die Textur des Stahls, und es geht auch mit dem Innern desselben eine Aenderung vor. Je weniger ein Stahl angelassen ist, desto roher ist im Allgemeinen sein Korn. Man glaube darum nicht, daß man einen überhärteten Stahl durch stärkeres Anlassen wieder gut machen könne. Wird von zwei bei demselben Hitzegrade aber zu stark gehärteten Stahlen der eine goldgelb,

der andere violet angelassen, so hat der letztere freilich immer ein viel feineres Korn, als der erstere, allein lange nicht ein so feines, als er gehabt haben würde, wenn er nicht überhärtet wäre. Dabei können wir die Bemerkung nicht unterdrücken, daß unsere Kenntnisse über das Korn des Stahls noch sehr unvollkommen sind. Ein überhärteter feiner Stahl hat ein grobes Korn; läßt man ihn himmelblau an, so kommt sein Korn einem schlechtern Stahle gleich, der bei dem passendsten Hitzegrade gehärtet und dann purpurroth angelassen ist. Ein geübter Arbeiter wird beide schwerlich am bloßen Korne von einander unterscheiden können; auch vermag er nicht anzugeben, bei welchem Hitzegrade beide gehärtet und angelassen sind. Läßt man sie beide von Neuem bis zur Wasserfarbe an, so verschwindet das Korn gänzlich und es tritt ein faseriges, blättriges Gewebe ein. Zerbricht man einen 2 bis 3 Linien ins Gevierte haltenden Stahldraht, so tritt wohl der Fall ein, daß er nur zur Hälfte durchbricht, und daß die andere Hälfte abblättert, wie grünes Holz zu thun pflegt.

Zum Anlassen des Stahls ist nicht gerade immer Feuer nöthig. Härtet man ein etwas großes Stahlstück und nimmt es bald darauf aus dem Feuer, so behält es noch eine gewisse Wärme; reibt man es dann mit Sandstein, um es weiß zu scheuern, so stellen sich alsbald auf ihrer Oberfläche deutlich die verschiedenen Anlaßfarben ein, gerade so, als wenn man es in ein Kohlenfeuer gelegt hätte. Auch zeigt die tägliche Erfahrung, daß ein Stahlstück, welches fortwährend, wenn auch schwach, erwärmt wird, an Härte verliert; so wird der Wellbaum einer Polirmaschine, eines Schleifsteins, der an seinen Enden hart gehärtet ist, nach sechsmonatlichem Gebrauche so weich, daß er gefeilt werden kann, obgleich er sich nie so stark erwärmt, daß man ihn nicht mit bloßen Händen anfassen könnte.

§. 83.

Richten des Stahls nach dem Härten.

Von allen Operationen, welche man bei den Anwendungen des Stahls vorzunehmen hat, ist das Richten des Stahls nach dem Härten eine der feinsten.

Ein aus Stahl verfertigter Gegenstand, ein beliebiges Werkzeug z. B., welches krumm aus dem Härtewasser gezogen ist und gerade sein muß, wird gerichtet, indem man auf die concave Seite mit einem Hammer mit zwei Bahnen schlägt; die Länge

der Bahn ist der Dicke des Hammers gleich: sie läuft mit dem Stiele parallel (Taf. 7. Fig. 1.); der Stiel ist gewöhnlich 7 bis 9 Zoll lang. Die Bahnflächen werden von einer Bahn gebildet, die an jedem Ende des Hammers nach beiden Seiten zu abläuft und in der Mitte einen Rücken hat. Jede Bahn hat eine Breite von $2\frac{1}{2}$ bis 3 Linien, je nach der Dicke des Hammers. Die Größe des Hammers richtet sich nach den Objecten, welche man mit ihm bearbeiten will; wollte man einen zu schweren Hammer nehmen, so würde das Stück sich noch mehr krümmen, und man erhielte dann gerade das Entgegengesetzte von der beabsichtigten Wirkung.

Hat man nun ein Stück, welches gehärtet und angelassen, aber beim Härten krumm geworden ist, so legt man es platt auf einen Handamboß (Taf. 7. Fig. 2.), oder auf den Kopf eines Hammers, auf den Schmiedeamboß ꝛc., und schlägt mit dem vorhin beschriebenen Hammer auf die concave Seite desselben; dabei ist denn die Breite des Hammers oder die Länge seiner Bahn rechtwinklig von der Länge des zu richtenden Gegenstandes durchschnitten. Bei jedem Schlage dringt der Hammer in den Stahl ein und zwingt ihn, die entgegengesetzte Form von der anzunehmen, die er beim Härten erhalten hatte; dadurch wird denn der Gegenstand gerichtet. Der Stahl läßt sich nach dieser Methode nur sehr schwer bearbeiten, wenn er nach dem Härten nicht einen beliebigen Anlaßgrad erhalten hat, der jedoch bedeutend genug war, um eine der bekannten Anlaßfarben hervorzubringen.

Es giebt nur wenige Fälle, wo man Stahl braucht, ohne ihn anzulassen, namentlich zu Gegenständen, die gerade sein müssen. *) Mancherlei Bijouteriewaaren werden freilich nicht angelassen, um sie besser poliren zu können, allein diese werfen sich auch selten, indem sie nicht im freien Feuer erhitzt werden.

Feilen, die sich beim Härten geworfen haben, richtet man dadurch, daß man sie so weit erhitzt, bis man sie nur noch mit der Hand anfassen kann, und sie dann zwischen zwei Kupferplatten preßt, die man eben so stark erhitzt hat. Mitunter glückt es, die Feilen auf diese Weise gerade zu machen. Auch die Uhr-

*) Perret schlägt zum Richten von Stahlgegenständen, die nicht angelassen sind, einen bleiernen Handamboß und einen hölzernen Hammer vor; wir haben nie ein günstiges Resultat mit diesem Mittel erreichen können.

macher wenden dieses Mittel an, wenn die Scheibe über der Unruhe schief durch das Härten geworden ist.

Angelassenen Stahl richtet man auch durch Pressen und Ziehen zwischen den Zinken einer Gabel; so bringt man krumme Säbel, Degenklingen, Rappiere ꝛc., so lange sie noch vom Anlassen warm sind, zwischen die zwei bis drei Zoll weit von einander abstehenden Zinken einer Gabel und zwängt sie in entgegengesetzter Richtung von der durchs Härten angenommenen Krümmung durch. Auch wird eine solche Klinge wohl dadurch gerichtet, daß sie der Arbeiter unter dem Fuße durchzieht.

Siebentes Capitel.
Härten in Bündeln.

§. 84.
Begriff dieser Operation.

Das Härten in Bündeln ist ein mehr oder weniger vollständiges Cementiren, dem man, mit Ausnahme von Federn und schneidenden Werkzeugen, manche Stahlgegenstände unterwirft, z. B. Stichblätter, Spiegel, Hohleisen, Flintenschlösser, Gewehrgarnituren, Träger, Wasserhähne, Windenwellen, Räderwerke, Zapfenbüchsen, Ketten, Degenhalter, Feuerstahle, Wetzstahle u. s. w. Alle diese Gegenstände müssen sehr hart sein, brauchen aber nicht angelassen zu werden.

Das Härten in Bündeln läßt sich auf Eisen und Stahl anwenden; den letzteren härtet es noch mehr und macht ihn zur Politur tauglicher.

§. 85.
Substanzen zu diesem Härten.

Die Substanzen, welche man zum Härten in Bündeln braucht, sind im Allgemeinen diejenigen, welche man auch zur Verwandlung des Eisens in Stahl beim Cementiren braucht; auch ist dies Härten eigentlich nur eine mehr oder weniger vollkommene Cementation; je nach der Geschicklichkeit des Arbeiters, der Dauer des Feuers, der Beschaffenheit der angewandten Sub=

stanz wird das gehärtete Stück mehr oder weniger zu Stahl und erlangt eine größere oder geringere Härte.

Am gebräuchlichsten sind Urin, Salz, Knoblauch, verbrenntes altes Leder, Knochen, Horn, Ruß, zerstoßene Holzkohle, thierische und Pflanzensäfte; manche Arbeiter nehmen auch Ochsenblut, menschliche und thierische Excremente 2c.

Verbrannte Knochen, Knochenasche, läßt sich mit Vortheil zum Härten des Eisens in Bündeln anwenden; sie müssen nicht zu stark gebrannt sein, weil sie, ihrer brennbaren Stoffe völlig beraubt, wenig im Stande sein würden, dem Eisen den Kohlenstoff zu liefern, der zu seiner Verwandlung in Stahl erfordert wird. Brennt man sie zu stark, so haben sie gerade die entgegengesetzte Eigenschaft; sie entziehen dann dem Eisen eher Kohlenstoff, als sie solchen an dasselbe absetzen. Nach dem gebrannten alten Leder ziehen wir die Knochenasche allen andern Substanzen vor.

§. 86.

Verfahren beim Härten in Bündeln.

Das Härten in Bündeln wird auf folgende Weise vorgenommen: Nachdem man die zu härtenden Stücke zurecht gelegt hat, mischt man Ruß, Asche von altem Leder und geraspeltes Horn zu gleichen Theilen zusammen, setzt Knoblauch und Kochsalz, von jedem den vierten Theil, zu und feuchtet die ganze Masse mit Rüb-, Nuß- oder Leinöl, oder auch mit Blut oder Urin zu einem Teige an. Dann füllt man eine Blechbüchse einen Zoll hoch mit diesem Teige, legt auf diesen von den zu härtenden Stücken, die man aber sorgfältig mit dem Teige von einander und von den Wänden der Büchse abschneidet; auf diese Weise füllt man abwechselnd mit dem Teige und den zu härtenden Stücken die ganze Büchse; obenauf kommt eine Schicht Teig und über diese ein Blechdeckel. Darauf werden alle Oeffnungen der Büchse sorgfältig mit weichem Thone verstrichen, um jeden Zutritt der Luft zu verhüten; man kann zu dem Zwecke auch die ganze Büchse in Thon einschließen. Die Büchse wird in ein tüchtiges Feuer gesetzt; die Kohlen werden nach Verhältniß ihres Verbrennens mit frischen Kohlen ersetzt; das Feuer währt 2, 3, 4 Stunden, je nach der Größe der Büchse und dem Volumen der in ihr befindlichen Stücke, die durch und durch rothglühen müssen. So viel es sich thun läßt, müssen die Stücke doch nur rosenroth glühen; ein stärkerer Hitzegrad würde

ihnen schaden, indem sie dadurch weniger hart werden. Dabei muß man nicht mit dem Schmiedeblasebalge blasen, weil dadurch nach der Seite des Gebläses zu ein stärkerer Hitzegrad entwickelt, also die Gleichförmigkeit des Feuers gestört würde; man umgiebt vielmehr die Büchse mit Kohlen und bedeckt dann das Ganze mit Schlacken, wodurch eine Masse von natürlichen Zuglöchern entsteht, die ein gleichmäßiges Feuer erzeugen. Hat die Hitze genug gewirkt, so entfernt man die Kohlen, nimmt die Büchse heraus, zieht den Deckel ab und wirft den Inhalt der Büchse ins Wasser, wobei man diese herumbewegt, damit jedes Stück mit dem Wasser in Berührung kommt, indem es sich sonst nicht so gut härten würde.

§. 87.

Nutzen dieses Härtens.

Hat das Härten durch Ablöschen im Wasser für den Stahl seinen Nutzen, so ist das Härten in Bündeln für Eisen nicht weniger nützlich; ein Eisenstück wird dadurch eben so hart wie Stahl. Zerbricht man ein solches Stück, so hat es ringsum einen Stahlfaden, der ein sehr feines Korn zeigt. Nur muß man auch hier den Hitzegrad nicht zu hoch treiben, weil sonst der Stahlfaden wieder in seinen anfänglichen Eisenzustand übergeht. Wir brachten einmal eine mit zu härtenden Stücken gefüllte Büchse in einen Windofen, weil wir damals, wie dies bei den meisten Stahlarbeitern noch heut zu Tage der Fall ist, glaubten, daß ein sehr hoher Hitzgrad nöthig sei. Die Masse fing bald an, weißglühend zu werden; wir hofften um so mehr auf einen guten Erfolg, weil wir glaubten, daß nun die stahligen Theile das Eisen besser durchdrungen haben würden. Als aber die Stücken abgelöscht waren, ließen sie sich eben so leicht feilen, als ungehärteter Stahl. Die Büchse hatte ein kleines Loch erhalten von der Größe eines Stecknadelknopfes, wo sie durch das heftige Feuer zerfressen war. Wir schoben das Nichtgelingen auf die große Hitze und das Verfliegen des Kohlenstoffs; wir wiederholten den Versuch mehrmals, ohne unsere Zuflucht zu dem Windofen zu nehmen und die Stücken zu stark zu erhitzen, und erhielten jedes Mal den gewünschten Härtegrad. Aus diesen Versuchen ergab sich, daß die rosenrothe Glühhitze diejenige ist, welche man beim Härten in Bündeln anwenden muß, ein stärkerer Hitzegrad verbrennt den Kohlenstoff und verschlechtert den Stahl.

§. 88.

Allgemeine Bemerkungen über das Härten in Bündeln.

Was die zum Härten in Bündeln anzuwendenden Substanzen anlangt, so sind die oben genannten nicht die einzigen, die man dazu braucht; jeder Arbeiter hat seine eigne Methode, obgleich alle dasselbe bezwecken. Jede Substanz, welche die nöthige Härte hervorbringt, kann angewandt werden, allein nicht jede Substanz ist ohne begleitende Nachtheile; manche machen das Stück brüchig und spröde, und müssen deshalb vermieden werden.

Wir haben schon ganz im Anfange dieses Werkes bei der Verwandlung des Eisens in Stahl gesehen, daß diese blos durch Holzkohle bewirkt wird; sie enthält von allen Substanzen den meisten Kohlenstoff, und dieser gerade ist ein Grundbestandtheil des Stahls. Man könnte also durch bloßes Holzkohlenpulver dem Stahle beim Härten in Bündeln alle mögliche Härte geben; allein Ruß und Asche von altem Leder, für sich allein oder mit einander vermischt, führen schneller zum Ziele und sind daher vorzuziehen. Jede dieser Substanzen läßt sich mit Erfolg zum Härten eines Stahl- oder Eisenstückes anwenden, die vorher polirt sind; sie fressen das Stück durchaus nicht an, mag man sie allein oder mit einander vermischt anwenden. Dieses ist aber nicht mehr der Fall, sobald man Salz, Urin oder andere beißende Substanzen zusetzt. Wir haben Versuche angestellt, bei denen wir Erden mit Salzen vermischten, und daraus gefunden, daß die Salze allein dem Eisen keine Disposition zur Verwandlung in Stahl geben.

Auch dem Stahle giebt diese Methode, zu härten, eine größere Güte und einen ausnehmenden Härtegrad; er bekommt sogar ein feineres Korn als beim Härten durch Ablöschen. Diese Härtemethode würde daher sogar für schneidende Instrumente sehr vortheilhaft sein; sie erfordert aber einen geübten Arbeiter und eine genaue Kenntniß der anzuwendenden Substanzen und des Hitzegrades; feine Schneiden würden dadurch besser werden; auch könnte man Federn dadurch vervollkommnen, indem die Masse sich in reinern Stahl verwandelt; namentlich würden die sich vielleicht auf der Oberfläche vorfindenden Eisentheile in Stahl umgesetzt werden. Was Federn anbelangt, so haben wir immer feinen Stahl, selbst Gußstahl, dazu vorgezogen, weil er festere und elastischere Stücke giebt.

Wir haben englische Rasirmesser gesehen, die aus Eisen, in

Bündeln gehärtet, bestanden. Die Schneide hatte sich in Stahl verwandelt und war von einem ausgezeichnet feinen Korne; nach dem Rücken zu wurde das Korn immer gröber (Taf. 5. Fig. 9.); hier ließen sie sich mit dem Grabstichel bearbeiten, und dennoch waren die Messer sehr gut.

Wir würden diese Härtmethode dem Härten durch Ablöschen vorziehen, wenn sie nur rascher zum Ziele führte; gelingt sie einmal nicht, so liegt die Schuld an der geringen Geschicklichkeit des Arbeiters, an dem Zusatze von salzhaltigen Substanzen, an zu großer Hitze und an dem Zutritte der Luft.

§. 89.

Repariren von Stücken, die in Bündeln gehärtet sind.

Hat man ein Stück zu repariren, welches in Bündeln gehärtet worden ist, so muß man es zuvor durch Erhitzung weich machen, um es feilen zu können. Es geschieht dann wohl, daß solche Gegenstände, selbst wenn sie mehrere Male rothglühend gemacht werden, der Feile widerstehen und voll Hartkörner sind. Wir haben in solchen Fällen folgendes Mittel angewandt, welches uns jedes Mal geglückt ist. Wir erhitzten den Gegenstand bis zu dem zum Härten nöthigen Grade, härteten ihn durch Ablöschen, glüheten ihn dann abermals dunkelroth und tauchten ihn ins Wasser; er war dann sehr weich geworden. Ist der Gegenstand von Stahl, so geschieht es wohl, daß er auch dann noch Hartkörner hat, die sich nur schwer feilen lassen. Wandte man zum Härten in Bündeln Salze oder alkalische Substanzen an, so lassen sich die Stücke hernach nur sehr schwierig weich machen. Man hilft sich dann auf folgende Weise: Man weicht spanisch Weiß, Kreide oder Thon zu einem Brei auf, umgiebt damit das anzulassende Stück und läßt es 1 bis 2 Stunden lang in einem schwachen Feuer. Schneidet der Gegenstand nur an einem Ende, wie z. B. eine Scheere, deren Ring reparirt werden soll, so steckt man die Schneide in eine Zwiebel, Rübe oder Kartoffel und läßt diese außer dem Feuer; hat man dann den Gegenstand mäßig geglüht, so läßt er sich leicht feilen und hat keine Hartkörner. Sollte dabei der Theil, der hart bleiben muß, durch zu starkes Feuer eine Anlaßfarbe angenommen haben, so muß man diese durch das früher genannte Mittel beseitigen.

§. 90.

Colorirung der in Bündeln gehärteten Arbeit.

Die meiste Anwendung von dem Härten in Bündeln macht unter allen Stahlarbeitern der Waffenschmied; er will seinen Arbeiten nicht allein einen hohen Grad von Härte geben, sondern sie sollen auch auf der Oberfläche ein gesprenkeltes, farbiges Ansehen haben.

Diese Färbung kann man beim Härten durch verschiedene Substanzen erhalten; fette Substanzen heben die zu heftige Wirkung der alkalischen Substanzen, die sich zum Härten eignen und die Oberfläche in Stahl verwandeln, theilweise auf, und breiten auf derselben eine Masse aus, die das gewünschte wellenförmige Colorit hervorbringt. Geraspeltes Horn, halbverbrannte Knochen, namentlich von Schaffüßen, erzeugen die gewünschte Wirkung; Schwefel in geringer Menge, frisches Leder und überhaupt alle thierischen Flüssigkeiten geben dasselbe Resultat.

Zum Schlusse dieses Capitels theilen wir hier noch die Versuche von Réaumur über das Härten in Bündeln, sowie mancherlei andere Recepte mit, die für den Stahlarbeiter von Nutzen sein können.

§. 91.

Versuche von Réaumur über das Härten in Bündeln.

Réaumur hat unzählige Versuche über das Härten des Stahls und Eisens in Bündeln angestellt. Wir wollen hier die Resultate einiger dieser Versuche mit seinen eigenen Worten anführen.

1) Ich nahm Ruß allein.

2) Ich versuchte pulverisirtes altes Leder. Arbeiter, die sich auf ihre Härtemethode etwas einbilden, geben diesem vor dem Ruße den Vorzug; ich konnte einen solchen Vorzug nicht finden.

3) Ich probirte Ruß, in Urin angefeuchtet; der Urin beschleunigte die Operation, und das Eisen konnte früher gehärtet werden.

4) Ich probirte auch Lederkohlen, fand aber wieder keinen Vorzug vor dem Ruße.

5) Ich vermischte 1 Theil Schwefelblumen mit zwei Theilen Ruß, ohne Urin zuzusetzen; der Schwefel schien die Wirkung des Rußes aufzuhalten; das Eisen wurde nicht härter, obgleich es in derselben Zeit in dem mit Urin angefeuchteten Ruße sich sehr gut härtete.

6) Ich vermengte Kochsalz mit bloßem Ruße, der gepülvert war; der angefeuchtete Ruß hatte während derselben Zeit das Eisen beinahe nicht so gut gehärtet. Man muß dabei vorzugsweise auf eine gleiche Dauer des Feuers achten.

Um die Versuche mit Salzen fortzusetzen, nahm ich

7) Kochsalz und in Urin aufgeweichten Ruß;

8) in Urin aufgeweichten Ruß mit einem gleichen Gewicht pulverisirten Salmiak;

9) in Urin aufgeweichten Ruß und Salpeter;

10) in Urin aufgeweichten Ruß und Pottasche.

Bei diesen vier Versuchen blieb das Eisen gleich lange im Feuer; am härtesten war es im Salmiak geworden, obgleich dessen Stelle im Feuer nicht die günstigste war; im Kochsalze war es weniger hart geworden; in den beiden andern Salzen war das Eisen während dieser Zeit noch gar nicht gehärtet.

11) Statt der vorstehenden Salze wurde Weinhefenasche und

12) Vitriol genommen.

Aus allen mit Salzen angestellten Versuchen ergab sich, daß das Ammoniak- und Kochsalz am besten wirkten, daß aber das erstere dem Kochsalze noch vorzuziehen war.

13) Meine Versuche über Verwandlung des Eisens in Stahl lehrten mich eine Substanz finden, die von allen am wirksamsten ist, dafür aber auch diesen am schlechtesten zu bearbeiten macht; es ist dies Taubenmist. Ich nahm ihn mehrmals ganz allein, und er zeigte sich dann eben so wirksam, als in Urin aufgeweichter Ruß, der mit seinem halben Gewichte Kochsalz vermengt ist.

14) Um also eine möglichst schnelle Härtung zu bewirken, nehme man Taubenmist, in Urin aufgeweicht, mit Salmiak und Kochsalz vermischt. Die Versuche zeigten, daß das Eisen in dieser Mischung sehr schnell hart wird; wir wüßten kein Mittel, wodurch man eine bessere Härtung erlangen könnte.

15) Statt des Rußes wandten wir auch gepülverte Steinkohle, mit Kochsalz vermengt, an; das Eisen härtete sich sehr

gut, und es scheint fast, als ob diese Substanz den Ruß an Wirksamkeit übertrifft.

§. 92.

Härten in Bündeln nach Justy und Perret.

Nach Justy nimmt man 1 Theil Horn, $\frac{1}{2}$ Ruß, $\frac{1}{2}$ Kochsalz, pulverisirt Alles und feuchtet es mit Ochsenblut zu einem Teige an, mit welchem man die zu härtenden Stücke umgiebt.

Nach Perret wendet man Holzkohle und Ruß an, die man, zu gleichen Theilen mit einander vermischt, pulverisirt und mit Urin anfeuchtet.

§. 93.

Härtewasser zum Ablöschen des Stahls.

1) Gewöhnliches Wasser, in welches man Senf schüttet, den man mit starkem Weinessig angemacht hat.

2) Wasser, mit etwa einem Zwanzigstel Vitriolöl, härtet den Stahl sehr gut.

3) Zwiebelsaft, Ochsengalle, Urin oder starker Weinessig, Kochsalz, zu gleichen Theilen zusammengemischt und mit eben so vielem reinen Wasser vermengt. Diese Composition ersetzt nach Rinmann für den Stahl das Härten in Bündeln.

4) Ein Pfund Nußöl, ein Quentchen gelbes Quecksilbersublimat, sechs Quentchen Bleiglätte und sechs Quentchen Drachenblut geben eine Härtemasse, worin der Stahl sich nicht wirft.

§. 94.

Härtemasse zum Ablöschen des Eisens.

Man überzieht einen Lappen mit schwarzer Seife so stark als möglich; damit umgiebt man das Eisen und läßt es rothglühen; löscht man es dann im Wasser ab, so wird es hart.

§. 95.

Recepte zu Lothen.

Man verfertigt Silber= und Goldlothe und bezeichnet den Grad ihrer Flüssigkeit durch die Theile von Kupfer, die man ihnen zusetzt. So hat man Achtel=, Sechstel=, Viertel=, Drittel= und Halblothe, d. h. Silber, mit $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$ Kupfer

versetzt. Das schnellflüssigste ist das Halbloth. Um Silberloth zu verfertigen, setzt man fast immer Messing zu; nimmt man aber in dem Halblothe für den dritten Theil des vorhandenen Messings wirkliches Rothkupfer, so ist das Loth viel schnellflüssiger.

In manchen Fällen kann das sogenannte Schnellloth, welches schon bei 80° Réaumur flüssig wird, mit Vortheil angewandt werden; es besteht aus 8 Theilen Wismuth, 5 Theilen Blei und 3 Theilen Zinn. Es kann zum Löthen von polirtem Stahle gebraucht werden, dem man seinen Glanz nicht nehmen will; es versteht sich wohl von selbst, daß diese Löthung nur da anwendbar ist, wo der Stahl keine große Kraft auszuhalten hat.

Um Eisen und Stahl im Kalten zu löthen, nehme man eine Unze Salmiak, 1 Unze Kochsalz, 1 Unze gebrannten Weinstein, 1 Unze Glockenmetall und 3 Unzen Spießglanz. Man stoße Alles durch einander und sichte es; hierauf thue man das Pulver in ein leinenes Tuch, umgebe dasselbe mit tüchtig durchgeknetetem Thonteige und lasse es so trocknen. Dann bringe man es zwischen zwei Schmelztiegel in ein schwaches Feuer und lasse es allmählig heiß werden; man verstärke dann das Feuer, bis die Masse rothglüht und zusammenschmilzt; kalt geworden, pulverisire man sie. Will man nun löthen, so bringe man die beiden zu vereinigenden Flächen möglichst nahe an einander, lege Papier darunter, streue in und auf die Fuge von dem Lothpulver, mache eine Thonkruste herum, doch so, daß sie oben offen ist. Hierauf löse man Borax in heißem Weine auf, tauche den Bart einer Feder in die Auflösung und reibe damit das Pulver in der Fuge. Dies wird sogleich aufbrausen; ist das Aufbrausen vorüber, so ist die Löthung fertig. Sollten sich dann einige Unebenheiten zeigen, so muß man diese abschleifen, denn die Feile faßt nicht.

§. 96.

Anlöthen mit Zinn.

Wir hatten einmal eine Messerklinge in eine mit Gold garnirte Scheide gesetzt. Der Besitzer wünschte später, daß auch der Rücken der Klinge mit Gold garnirt werden möchte. Die bisherige Praxis gab dazu kein Mittel an; wir halfen uns daher auf folgende Weise: Wir schoben die Klinge in eine Rübe (Taf. 6. Fig. 2.), so daß nur der dritte Theil derselben

der Rücken, frei blieb. Wir erhitzten sie hierauf bis zur wassergrünen Anlaßfarbe, feilten den Rücken zurecht und verzinnten ihn; desgleichen wurde der Goldstreifen, welcher auf dem Rücken befestigt werden sollte, verzinnt und mit einem Drahte auf dem Rücken befestigt. Nachdem nun die Klinge wieder in die Rübe gesteckt war, wurde die Fuge zwischen Gold und Stahl mit Terpentin bestrichen und das Ganze erhitzt; der Terpentin fing an zu brennen; das Feuer wurde gleichmäßig über die ganze Länge der Klinge geleitet; das Zinn schmolz und das Gold war auf dem Rücken der Klinge festgelöthet, ohne daß diese irgend Schaden gelitten hatte.

Wir haben auch dasselbe Resultat erhalten, ohne die Stücke vorher zu verzinnen; wir rieben den Stahl nur mit Ammoniak und legten dann ein Stück Zinn zwischen beide Metalle, verfuhren im Uebrigen ganz wie vorhin. Mitunter glückte die Operation, mitunter auch nicht, weßhalb wir dem erstern Verfahren den Vorzug geben.

Hätte man einen aus Gold, Silber oder Stahl verfertigten, polirten Gegenstand von hohler Form, woran etwas fehlte, so könnte man dieses dadurch ansetzen, daß man erst etwas Zinn hinlegte, ein wenig Weingeist darüber gösse und diesen dann anzündete. Von der durch den Weingeist entwickelten Hitze schmilzt das Zinn, und der Gegenstand ist so reparirt, ohne daß er schmutzig oder blind wird. Besteht das Stück aus Stahl und ist es sehr dünn, so könnte wohl einmal eine der Anlaßfarben zum Vorschein kommen; diese müßte man dann auf die bekannte Weise beseitigen.

§. 97.

Bereitung der rothen Farbe zum Poliren des Stahls.

Man thut Eisenfeilicht oder Eisenstückchen in eine flache Schüssel, gießt so viel Wasser darauf, daß das Eisen bedeckt ist, und setzt sie an die Luft. Von Zeit zu Zeit schlemmt man das Eisen, wenn die Oxydation vor sich gegangen ist, feuchtet es wieder an und stellt es abermals an die freie Luft. Auf diese Weise wird fortgefahren; man kann in höchstens einem Monate eine ziemliche Menge Rost sammeln. Dieser wird getrocknet und dann in einen Schmelztiegel oder in einen hinlänglich festen Topf gethan und drei bis vier Stunden geröstet, hierauf gepülvert und auf folgende Weise geschlemmt: Man stellt drei oder 4 tiefe Gefäße neben einander, thut den präparirten Rost in das

erste, löst ihn darin mit reinem Wasser auf, füllt das Gefäß mit Wasser, rührt das Ganze mit einem Stocke tüchtig um, und läßt es dann höchstens eine Viertelminute lang sich setzen, worauf man die Flüssigkeit vorsichtig in das zweite Gefäß übergießt. In diesem läßt man sie eine halbe Minute lang stehen und gießt sie in das dritte Gefäß über; in diesem bleibt sie wieder eine Zeit lang stehen und wird dann in ein viertes Gefäß übergegossen; so kann man fortfahren, wenn man es für nöthig hält; bei dem jedesmaligen Uebergießen bleibt der Rückstand unberührt. Sämmtliche Rückstände werden zerrieben, abermals geglüht und wie vorhin behandelt. Durch fortgesetztes Rösten und Abschlemmen verschafft man sich auf diese Weise ein Roth, so fein, als man es nur wünschen kann.

Viel rascher erhält man eine rothe Farbe von sehr guter Beschaffenheit, wenn man den Eisenrost von den Gewinden solcher Thüren sammelt, die häufig mit Urin bespritzt werden, wie sie sich z. B. wohl in Ecken und Ställen vorzufinden pflegen; man pulvert dieses Oxyd, schlemmt es, röstet dasselbe, pulvert es wieder und fährt so eine Zeit lang fort, um alle in ihm vorhandenen Salztheile zu entfernen, zu welchem Ende es denn auch jedes Mal sehr stark geröstet werden muß. Man erhält auf diese Weise eine vortreffliche rothe Farbe zum Poliren.

Eine gleichfalls vortreffliche rothe Farbe zum Poliren giebt der Schmirgel; man behandelt ihn gerade so wie den Eisenrost. Die Operation dauert nicht so lange, und das fabricirte Roth ist eben so gut, wie das aus dem Eisenrost gewonnene.

§. 98.

Rothe Farbe zum Poliren des Goldes und Silbers.

Man nimmt schwefelsaures Eisen, grünen Vitriol und behandelt dasselbe wie den Eisenrost im vorigen Paragraphen. Man erhält dann ein vortreffliches Roth zum Poliren des Goldes und Silbers, was aber zum Poliren des Stahles nicht taugt.

§. 99.

Vergolden des gehärteten Stahls.

Man löset Blattgold in Salpeterkochsalzsäure (Königswasser) bis zur Sättigung auf, und setzt beinahe drei Mal so viel Schwefeläther zu. Man rührt die Mischung einige Minuten lang um, wo sich dann der Aether alsbald mit dem Golde zu

salpeterkochsalzsaurem Golde verbindet, und die gefärbte Säure auf dem Boden der Phiole zurückbleibt. Man schafft sie entweder durch einen am Boden befindlichen Hahn weg oder gießt die Aetherauflösung ab. Nach dieser Trennung der Säure muß das zu vergoldende Stahlstück, welches vorher gut polirt und gereinigt ist, einen Augenblick in die Aetherauflösung getaucht werden; es wird dann sogleich wieder herausgenommen und tüchtig in reinem Wasser abgespült. Das Letztere ist durchaus nothwendig, um die Säure, die sich an das Metall gesetzt hat, fortzuschaffen. Ist die Operation glücklich von Statten gegangen, so sieht man die Oberfläche des Stahls von einer schönen Goldfarbe überzogen: man glättet diese dann noch.

§. 100.
Kalte Vergoldung des Silbers.

Man löset Blattgold in Königswasser auf; in diese taucht man Lappen, verbrennt sie dann und reibt mit der Asche das Silber. Nachher wird dasselbe geglättet.

§. 101.
Silberplattirung des Stahls.

Messerklingen werden wohl mit Silber belegt. Man taucht zu dem Ende die Messerklinge in eine Salmiakauflösung, überzieht sie mit Harz und hält sie dann einen Augenblick in ein flüssiges Bad von Blei und Zinn. Hierauf taucht man sie in kaltes Wasser, trocknet sie und reinigt sie mit einem leinenen Lappen. Man schneidet von einem sehr dünnen Blatte Silber ein rechteckiges Stück ab, was groß genug ist, um die eine Seite der Klinge zu bedecken, und bringt es mittelst eines feinen, mit Tuch überzogenen Instrumentes auf die Klinge. Das Blatt nimmt dann die Gestalt der Klinge an, ohne aber festzusitzen. Man befestigt dasselbe, indem man etwas Zinn mit einem an einem eisernen Stiele befestigten kupfernen Cylinder, der so stark erwärmt ist, daß er eben Papier verbrennt, darüber hinführt; das Silber sitzt dann fest. Man schneidet die Ränder ab und belegt nun auch die andere Seite auf dieselbe Weise. Dann überzieht man die Klinge mit Harz und erhitzt sie, bis dieser verbrennt; letztere Operation wird mehrmals wiederholt. Man reinigt die Klinge mit einem leinenen Lappen, nimmt das Silber an der Schneide weg und putzt dann die Klinge mit Leder blank.

§. 102.

Mittel zur Beurtheilung der Güte des Tischlerleims.

Man thut zwei Unzen Leim in ein Gefäß, in welchem sich vier Pfund frisch geschöpftes Brunnenwasser befinden. Das Gefäß stellt man von Abends 8 Uhr bis zum Morgen 8 Uhr in einen kühlen Keller. Ist der Leim in dieser Zeit zergangen, so taugt er nichts; ist er halb zergangen, so ist er schlecht; ist er ganz geblieben und wiegt er vier Unzen, so ist er gut; wiegt er 8 Unzen, so ist er vortrefflich; wiegt er 10 Unzen, so ist e so vollkommen, als er überhaupt sein kann.

§. 103.

Elfenbein grün zu färben.

Man löse zwei Quentchen Indigo in zwei Unzen Vitriolöl auf; hierauf thue man zwei Unzen gestoßenes Gelbholz, eine und eine halbe Unze Alaun und eben so viel rothen Weinstein hinzu und koche sie eine Viertelstunde lang. Dann schütte man die Auflösung hinzu und koche das Ganze.

§. 104.

Verdorbenes Elfenbein zu weißen.

Man nimmt ungelöschten Kalk und Branntweinschlämpe (Bodensatz aus dem Destillirkessel der Branntweinbrenner), und bereitet sich daraus eine Lauge, wie beim Beuchen der Leinwand.

§. 105.

Wachs und Aetzwasser für Stahlstecher.

Zum Ueberziehen des Stahls schmelzt man weißes Wachs mit etwas Venetianischem Bleiweiße zusammen.

Zum Aetzwasser thut man gleiche Theile Grünspan, scharfen Weinessig, Kochsalz, Ammoniak und Vitriol zusammen, kocht alles zusammen und seihet es durch ein leinenes Tuch. Ist dann der Stahl mit Wachs überzogen und gravirt, so bringt man dieses Wasser darauf.

§. 106.

Horn schwarz zu färben.

Man läßt das Horn vier Stunden in Weinessig ziehen, setzt

Vitriol, Opiment und Galläpfel in hinreichender Menge zu und kocht das Horn in dieser Mischung.

Nach einer andern Methode läßt man das Horn in einer Beize aufweichen, die aus einer Pinte Wasser mit zwei Unzen Potasche, anderthalb Unzen Galläpfel und zwei Quentchen Arsenikoxyd besteht; dann imprägnirt man es in einer concentrirten, essigsauren Eisenauflösung und kocht es in dieser, bis die Oberfläche anfängt weich zu werden; zuletzt taucht man es in ein Dekokt von Campecheholz und Galläpfeln.

Nach einer dritten Methode wird das Horn in Kleienwasser gekocht, zu dem man etwas Kalk setzt, um das Fett wegzunehmen. Hierauf macht man ein Dekokt von Campecheholz, setzt grünen Vitriol und Grünspan hinzu; in diesem Gemische läßt man das Horn 5 bis 6 Stunden auf weichem Eisen ziehen, wo es dann schon schwarz geworden ist.

§. 107.

Holz schwarz zu färben.

Man läßt das Holz zuerst in einer Eisenauflösung, und dann in einer Mischung von einem Theile schwefelsauren Arsenik und zwei Theilen ungelöschten Kalk ziehen. Zu letzterer Mischung gießt man 6 bis 8 Pinten kochendes Wasser, decantirt dann die Flüssigkeit und taucht in diese das zu färbende Holz.

Nach einer andern Methode digerirt man das Holz in Schwefelsäure und setzt es dann der Luft aus. Nachher wird es mit Terpentinessenz oder Leinöl polirt.

Achtes Capitel.

Mittel zum Probiren und Beurtheilen des Stahls.

---

§. 108.

Wichtigkeit solcher Mittel.

Zur richtigen Beurtheilung eines vorliegenden Stahls gehört viel Uebung; ein Arbeiter, dem es mit seiner Kunst Ernst ist, kann nicht genug dahin streben, sich diese Uebung zu verschaffen. Nur

zu oft trifft man Arbeiter, welche die Güte des Stahls nur nach dem Preise beurtheilen und ihn eben so wenig richtig zu taxiren wissen, als der Kaufmann, von dem sie ihn erhalten. Dann ereignet es sich freilich nicht selten, daß sie mittelmäßigen Stahl für sehr guten kaufen. Sichere Principien zum Probiren des Stahles können solchen Arbeitern nur willkommen sein; wir versuchen es, sie in diesem Capitel aufzustellen.

§. 109.

Eigenschaften des Stahls, die probirt werden müssen.

Durch das Probiren eines Stahls will man seine relative Güte in Vergleich zu einem andern Stahle herausbringen, und zugleich die Gründe kennen lernen, weßhalb der eine besser ist als der andere. Zur Feststellung dieser Güte muß der Stahl in Bearbeitung genommen, geschmiedet, kalt gehämmert, gehärtet, angelassen und polirt werden. Mittelst dieser Operation vermag man dann zu entscheiden: 1) ob ein Stahl sich leicht schweißen läßt; 2) ob er warm- oder kaltbrüchig oder weich ist; 3) ob er durchs Ablöschen einen bedeutenden Härtegrad erlangt; 4) ob die erlangte Härte gleichmäßig ist; 5) ob er im Bruche ein regelmäßiges oder blätteriges Korn zeigt; 6) ob er beim Anlassen nach dem Härten die gehörige Elasticität zeigt; 7) ob er beim Poliren saubere, schattirte oder faserige Flächen erhält. Vermag man diese Fragen mit Sicherheit zu entscheiden, so ist man im Stande, einen Stahl richtig zu beurtheilen.

§. 110.

Probiren der Leichtschweißigkeit des Stahls.

Man bringt das eine Ende einer Stange von dem zu untersuchenden Stahle in das Essefeuer, erhitzt dieses bis zur Schweißwärme und schmiedet es dann nach den früher mitgetheilten Vorschriften so gleichmäßig wie möglich. Sind die Flächen dann glatt, ohne Risse und brüchige Stellen, so weiß man, daß der Stahl sich gut schweißen läßt; im entgegengesetzten Falle geht ihm diese Eigenschaft ab; zugleich sieht man, welchem Hitzegrade er zu widerstehen vermag.

Wird feiner Stahl offen einem Hitzegrade ausgesetzt, der zu seiner Schweißwärme hinreicht, so verbrennt er; man sagt von einem solchen Stahle, er sei trocken; das Feuer zerfrißt ihn an den Außenseiten, wenn man das Feuer nicht mit Vorsicht mäßigt; es setzen sich Schlacken daran, die das Schweißen

verhindern. Um diesen Fehler zu vermeiden, bestreut man die Stahlfläche gewöhnlich mit zerriebener Thonerde, feinem Sande, zerstoßenen Scherben. Wird der Stahl nach erhaltener Schweißwärme tüchtig gehämmert, und es zeigt sich dann die Oberfläche voll Risse, so schmiedet sich der Stahl nicht gut und verlangt weniger Wärme; war der so behandelte Stahl ein gemeiner Schmelzstahl, so ist er warmbrüchig und muß verworfen werden.

Hat man die vorhandenen Risse abgefeilt, so erhitze man den Stahl abermals und versuche ihn zusammenzubiegen; zeigt er dabei an der Außenseite einen Riß (Taf. 7. Fig. 3.), so taugt der Stahl nicht, sondern er ist zu warmbrüchig. Eine aus ihm verfertigte Schneide hat nie die gehörige Schärfe.

Auch ein leicht anzuwendender und guter Stahl kann diese bösen Charaktere zeigen, wenn man ihn überhitzt; eine zu große Hitze widerstreitet der Natur des Stahles durchaus. Bricht ein Stahl unter dem Hammer, so muß man deßhalb noch kein ungünstiges Urtheil über denselben fällen; die Eigenschaft der Weichheit eines Stahles ist eine sehr relative; je feiner ein Stahl ist, desto weniger läßt er sich kalt hämmern, desto leichter zerbricht er im Kalten. Obgleich feine Stahle im Allgemeinen eine größere Kraft besitzen, so widerstehen sie dem Stoße des Hammers doch weniger. Indeß giebt es auch gemeine Stahle, die im Kalten leicht brechen; fast alle gemeinen Stahle, die warmbrüchig sind, sind auch kaltbrüchig, so wie es auch gemeine Stahle giebt, die im heißen Zustande weich und dennoch sehr kaltbrüchig sind.

Wird ein Stahl im Essefeuer behandelt, so wird ein geschickter Arbeiter und ein guter Schmied ihm beinahe dasselbe Korn wiedergeben, welches er anfänglich hatte. Daraus schließe man aber ja nicht auf eine gleiche Güte; die Feinheit des Korns ist nicht immer ein Beweis der Güte des Stahls. Gemeine Stahlsorten erhalten oft bei sorgfältiger Behandlung ein so feines Korn, wie gute Cementstahle, ohne darum deren Güte nahe zu kommen; das Korn beider kann sich dann so sehr gleichen, daß man sich vergreifen kann. Wir haben Rosenstahl, der ein sehr feines Korn annimmt, wenn man ihn absichtlich deßhalb härtet, obgleich er ursprünglich ein sehr gemeiner Stahl ist. Es gehört das Auge eines vollkommenen praktischen Künstlers dazu, um die Stahle am Korne erkennen zu können, und auch dieser wird noch oft fehlgreifen *).

§. 111.
Probiren des Stahls hinsichtlich seiner Weichheit im kalten oder heißen Zustande.

Schmiedet man einen schweißwarm gemachten Stahl zu einer mehr oder weniger dicken Stange aus, ohne ihn abermals zu erhitzen, und bekommt er dann beim allmähligen Kaltwerden unter dem Hammer keine Risse an den Rändern, so hat man einen weichen Stahl. Läßt man hierauf den Stahl dunkelroth, braunroth glühen, löscht ihn im Wasser ab, biegt ihn nach verschiedenen Richtungen oder hämmert ihn kalt, ohne daß er bricht oder Risse an den Rändern bekommt, so kann man überzeugt sein, daß der Stahl weich ist. Feine und sorgfältig geschmiedete Stahle besitzen diese Eigenschaft immer; Stahle, die von einer geschickten Hand bearbeitet wurden, sind immer um so weicher, je feiner sie sind.

Manche Stahle geben, während man sie schmiedet oder zum Zwecke des Schweißens erhitzt, deutlich zu erkennen, daß sie von schlechter Beschaffenheit sind; sie blähen sich in der Hitze auf und werfen Blasen, die wahrscheinlich von fremdartigen Beimischungen, Kupfer, Mangan, Schwefel, Phosphor u. s. w. herrühren; sie werfen Funken, die sich in der Flamme erheben, ein lautes Geräusch verursachen und einen recht hübschen Anblick gewähren. Ein solcher Stahl springt unter den ersten Hammerschlägen und kann nicht gebraucht werden.

Die Probe der Schweißwärme darf jedoch nicht ohne Unterschied bei allen Stahlsorten in Anwendung gebracht werden. Der Cementstahl vermag ihr kaum zu widerstehen; er läßt sich nur sehr schwer bei hoher Schweißwärme schweißen, und es ist sogar schwierig, ihn zusammengebogen mit sich selbst zusammenzuschweißen, wenn man ihn nicht wenigstens gut mit aufgeweichter Thonerde bedeckt hat. Die feinen steyrischen, die schwedischen, die englischen Cementstahle, der Hühner- und Spornstahl, die französischen Cementstahle besitzen sämmtlich eine große Empfindlichkeit gegen das Feuer.

---

*) Der Rosenstahl (steyrischer Stahl) hat auf seiner Bruchfläche eine aus Purpur, Violet, Dunkelblau und Blaßblau gemischte Färbung, deren krummliniger Umfang fast die Form einer Rose zeigt (Taf. 5. Fig. 3 und 4.). Die Kaufleute verfehlen nicht, diese Rose als ein Zeichen der Vollkommenheit des Stahles anzupreisen; ein solches ist sie aber durchaus nicht; auch verschwindet die Rose, wenn man den Stahl zum Zwecke des Härtens dem gehörigen Hitzegrade aussetzt.

Der Gußstahl will mit noch größerer Vorsicht behandelt sein; wollte man ihn eben so stark erhitzen wie die vorhergehenden Stahlsorten, so würde er gänzlich verbrennen. Aus dem Feuer herausgenommen, springt er von selbst in der Luft auf; macht man ihn so schweißwarm wie den gemeinen Stahl, so zerfällt er beim Herausnehmen aus dem Feuer in Klumpen und zerbröckelt unter den ersten Hammerschlägen völlig.

Erhitzt man ihn dagegen vorsichtig nur bis zu dem Grade, daß er hellroth glüht, so läßt er sich leicht schmieden, und man kann ihn dann unter dem Hammer beinahe völlig kalt werden lassen, ohne daß er bricht. Je länger man mit dem Schmieden fortfährt, desto weniger stark muß man ihn erhitzen; er ist dann weich, geschmeidig und nachgiebig unter dem Hammer, und nimmt eben so gut, wie jeder andere Stahl, alle möglichen Formen an; nur bei zu starker Erhitzung ist er widerspenstig.

§. 112.

Probiren der Härte, deren der Stahl beim Ablöschen fähig ist.

Man schmiedet das Ende einer Stahlstange und reckt es 5 bis 6 Zoll lang aus; dann haut man es von 6 zu 6 Linien bis auf den vierten Theil der Dicke ein. Jedes einzelne Stück wird mit dem Hartbetel oder Bohrmeißel mittelst Punkte markirt, so daß das äußerste Stück Nro. 1. wird. Man bringt dann die Stange ins Feuer, läßt das Ende Nro. 1. safrangelb glühen und die Hitze nach dem nicht geschmiedeten Ende zu allmählig abnehmen. Hierauf löscht man die Stange im Wasser ab und untersucht dann die Härten der einzelnen Stücke mit der Feile, dem Grabstichel oder einem Feuersteine u. s. w. Réaumur rangirte die Körper zum Ritzen des gehärteten Stahles in folgender Weise: Glas, Bergkrystall, Feuerstein, Medokkiesel, Achat, Jaspis, Topas, Sapphir, Diamant. Man wird auf diesem Wege entscheiden können, ob die Härte gleichförmig ist, ob der Stahl eisenhaltig ist, oder nicht *).

Härtet man den Stahl bei einer niedrigeren Temperatur,

*) Der gemeine Stahl enthält immer einige Eisenadern; auch der Brennstahl leidet häufig an diesem Fehler; Gußstahl hat sie nicht; nur auf seiner Oberfläche zeigen sich nach der Politur einige Nüancen in Form von wolkigen Gebilden (Taf. 9. Fig. 2.). Die Eisenadern und die sonst

als ihm eigentlich zukommt, so wird er freilich nach dem Ablöschen ein wenig hart geworden sein, dagegen ist er nach dem Anlassen, wie gering auch der Grad desselben sein mag, z. B. nur goldgelb anzulassen, eben so weich, wie ein anderes Stahlstück von derselben Sorte, welches bei dem richtigen Hitzegrade gehärtet und dann himmelblau angelassen ist, obgleich die himmelblaue Anlaßfarbe 74° des hunderttheiligen Thermometers höher liegt, als die goldgelbe.

§. 113.

Probiren des Korns der Stahle.

Man nimmt den schon hinsichtlich der Härte nach dem vorigen §. probirten Stahl in den Schraubstock dergestalt, daß immer nur einer der genannten, durch die Einschnitte gebildeten Theile über das Gebiß vorsteht. Man schlägt so einen Theil nach dem andern ab, legt die Stücke in der Ordnung, wie sie auf einander folgen und so, daß die Bruchflächen frei zu sehen sind (Taf. 5. Fig. 2.) neben einander, und untersucht so das Korn der einzelnen Stücke, wobei das Nebeneinanderliegen die Vergleichung erleichtert. Das Korn wird gröber oder feiner sein, je nach dem verschiedenen Hitzegrade der einzelnen Stücke und der Beschaffenheit des Stahls; es wird um so gröber sein, je heißer der Stahl gehärtet wurde. Es wird um so gröber sein, je feiner der Stahl ist, wenn er bei demselben Hitzegrade wie gemeiner Stahl gehärtet wurde; dagegen wird es um so feiner sein, je besser der Stahl war, wenn man ihn bei einem niedrigeren Hitzegrade gehärtet hat, weil der Stahl um so weniger Hitze nöthig hat, je feiner er ist.

Dieses Probirmittel läßt sich für alle Stahlsorten ohne Unterschied anwenden; hat man indessen Stahl, der sich leicht schweißen läßt, so ist folgendes von Réaumur angegebenes Mittel viel bequemer: Man schweißt ein Stahlende mit einem gleich langen, halb so dicken Eisenende zusammen, in einer Länge von 5 bis 6 Zoll; dann spaltet man das Eisen in der ganzen zusammengeschweißten Länge mitten durch bis auf den Stahl (Taf. 3. Fig. 3.); man erhitzt dann die Stange abermals und härtet sie. Hierauf trocknet man sie über dem Feuer, legt sie dann auf den Amboß, hält eine Eisenstange gegen das Eisen und schlägt mitten auf diese, wodurch der Stahl der

---

vorhandenen fremdartigen Körper machen die Bearbeitung des Stahls oft so schwierig.

Länge nach von einander bricht. Man kann auch die gehärtete Stange so in den Schraubstock schrauben, daß die eine Eisenhälfte frei ist; schlägt man dann auf diese freie Seite, so zerbricht der Stahl gleichfalls der Länge nach. Auf diese Weise übersieht man alle Arten des Korns mit einem Blicke. Dabei erfährt man dann zugleich den Härtezustand des Stahls und ob sich derselbe gut schweißen läßt.

Noch ein anderes Mittel ist nachstehendes: Man schmiedet das Ende einer Stahlstange 5 bis 6 Zoll lang und 8 bis 10 Linien breit, so aus, daß es an der einen Seite dicker ist als an der andern, also ungefähr die Gestalt einer Messerklinge hat. Hat man das Stück gehärtet, so spannt man es der Länge nach in den Schraubstock und schlägt die dünne Seite mit einem Hammer so weit ab, als es gehärtet ist. Man übersieht dann auch mit einem Male alle Arten des Korns, die der Stahl bei verschiedenen Hitzegraden anzunehmen im Stande ist; zugleich erfährt man die Härte und ob der Stahl sich gut schweißen läßt. Indeß ist die vorige Methode vorzuziehen, weil hier das Stahlstück zu dünn ist, als daß sich sein Korn gut beobachten ließe.

Da das Korn des Stahls nach dem verschiedenen Hitzegrade feiner oder gröber ist, so darf man sich auf das Korn einer einzigen Bruchfläche nicht verlassen; man könnte auf diese Weise einen guten Stahl für einen schlechten halten. Befolgt man aber eine der vorigen Methoden, und giebt dem Stahle den Hitzegrad, der zur Hervorbringung eines feinen Korns erforderlich ist, so wird man immer sicher gehen. Dieser Hitzegrad ist für feine Stahle kirschroth, für gemeine Stahle rosenroth, wie das früher weitläufiger auseinandergesetzt ist.

Nicht gehärteter Stahl zeigt oft auf der Bruchfläche Fasern, Eisenadern, Längenstreifen und an der einen Stelle der Bruchfläche ein gröberes Korn als an der andern; diese Zeichen verrathen einen schlechten Stahl, der zu schneidenden Werkzeugen nicht zu gebrauchen ist. Die Streifen und Fasern sind oft an dem ungehärteten Stahle besser wahrzunehmen als an dem gehärteten, weil sie sich bei letzterem leicht mit dem Korne des Stahls vermischen; da sie selbst mehr oder weniger Stahl sind, so nehmen sie auch mehr oder weniger Korn und Härte an und lassen sich nur schwer unterscheiden. Um diese Streifen bei dem ungehärteten Stahle besser in die Augen fallen zu lassen, macht man auf einer der schmalen Seiten einen Einschnitt

mit dem Meißel, legt ihn hohl auf den Amboß und giebt einen tüchtigen Hammerschlag auf die andere Seite; dadurch entsteht dann eine Bruchfläche (Taf. 6. Fig. 1.), welche das Gefüge des Stahls richtig zeigt. Wollte man den Stahl ohne jenen Einschnitt zerbrechen, so biegt er sich, muß zurückgebogen werden, und oft muß man dieses Hin- und Herbiegen zwei bis drei Mal wiederholen, ehe er zerbricht, wodurch dann die Textur der Bruchfläche so verändert wird, daß sich aus ihr kein Schluß mehr machen läßt. Zerbricht man den Stahl auf die von uns angegebene Art, so hat die Bruchfläche oft die Gestalt eines Schnabels oder eines Rehfußes **ba** oder **bc** (Taf. 6. Fig. 1), und manche Verkäufer von Stahl geben diese Form als ein Zeichen der Güte ihrer Waare an. Man kann sich dadurch leicht täuschen lassen; es giebt sehr gemeine, trockne, schwer zu bearbeitende Stahle, die dieses Zeichen sehr scharf ausgeprägt haben, während es ein anderer sehr guter Stahl lange nicht so deutlich zeigt. Wer mit der Sache vertraut ist, weiß, daß man es beim Entzweischlagen des Stahles in seiner Gewalt hat, die Gestalt des Bruches länglicher und kürzer zu machen, je nach der Stelle, an welcher man die Stahlstange mit dem Hammer trifft.

Viele Arbeiter probiren ihren Stahl auch noch auf andere Weise. Sie machen das eine Ende schweißwarm, ziehen es zu einer Spitze aus und härten es. Hierauf schlagen sie mit dem Hammer auf das nicht gehärtete Ende; dadurch springt von dem gehärteten Ende ein Theil ab. Diese Probe ist indeß unsicher, weil der Bruch bei kleinen Stahlstangen nicht immer erfolgt. Manchmal zerschlagen sie auch das gehärtete Ende auf dem Amboße in kleine Stücke, als wollten sie dasselbe pülvern; sie urtheilen dann über die Härte nach dem Grade, in welchem sich die Stücke durch den Druck und Schlag abgekantet haben. Dadurch erfährt man allerdings, ob der Stahl im Feuer Widerstand leistet, sieht aber sein Korn nicht; auch kann man seiner Härte, Zähigkeit und Elasticität auf diese Weise nicht sicher beurtheilen.

§. 114.

Probiren der Festigkeit und Elasticität, die der gehärtete Stahl durch das Anlassen erhält.

Réaumur hat vielfache Versuche angestellt, um diesen wichtigen Punct ins Klare zu bringen. Er zog den Stahl

zu Draht aus, befestigte ein Ende an der Decke der Werkstatt (Taf. 8. Fig. 5.), das andere an einem Hebel **D E**, welcher in **E** sein Widerlager hat und in **D** ein Gewicht **F** zur Spannung des Drahtes trägt. Auf einer kleinen Blechschüssel **G**, durch welche der Draht gezogen ist, befinden sich glühende Kohlen. War der Stahldraht hinlänglich erhitzt, so wurde die Schüssel niedergeschoben, der Draht mit Wasser begossen und so gehärtet. Hierauf belastete man das Hebelende mit Gewichten, bis der Draht riß. Man erhielt durch dieses Mittel nur unvollkommene Resultate, weil der Stahldraht sich an der Stelle, wo er glühend gemacht wird, durch das Gewicht, welches er trägt, verlängert und schwächer wird, also auch nicht seine gehörige Widerstandskraft äußern kann.

Réaumur wandte auch die (Taf. 8. Fig. 1.) abgebildete Maschine **DEFG** zur Messung des Widerstandes an, den der Stahl äußert. Die Stahlstange wurde zwischen **A** und **B** befestigt; in der Mitte **H** faßte eine Schraube **C** gegen sie; wurde diese umgedreht, so mußte der Stahl sich krümmen und diese Krümmung wurde auf einer unter der Schraube liegenden graduirten Scale **L I** gemessen. Er wand auch den Stahl um Ringe **AB**, **CD** (Taf. 8. Fig. 4.) von verschiedenen Größen; derjenige Stahl, der sich um den kleinsten Ring wickeln ließ, wurde für den festesten, weichsten und elastischsten gehalten.

Hassenfratz nahm zu diesem Ende einen Kegel (Taf. 8. Fig. 3.), welcher auf seiner Achse ruhte; um diesen wurde der Stahl gerollt. Derjenige, der sich am dichtesten zusammenwickeln ließ, war der festeste und elastischste.

Für große Fabriken finden wir diese Methoden sehr rathsam; in kleinen Werkstätten lassen sie sich dagegen gar nicht ausführen. Damit das Resultat genau werde, muß der Stahldraht beim Härten gerade sein; wie wird aber ein Arbeiter in einer gewöhnlichen kleinen Schmiede einen Stahldraht härten, der auch nur drei Fuß lang ist? Und eine solche Länge würde noch nicht einmal immer ausreichen. Ist der Kegel an seiner großen Grundfläche 6 Zoll weit, so hat eine einzige Windung schon 19 Zoll Länge; freilich wird er schief gewunden; allein rechnet man auch nur vier Windungen, so geben diese wenigstens 3 Fuß Länge, abgerechnet die Enden zum Festmachen und Anfassen. Ueberdies wird dieses Verfahren schon wegen des nöthigen Drahtziehapparats unpraktisch. Wir ziehen jeden-

falls das in §. 116. mitgetheilte, auf Taf. 10. abgebildete Verfahren vor, dessen wir uns bedient haben, um die Resultate der am Schlusse dieses Capitels mitgetheilten Tabellen festzustellen; es ist einfacher und verursacht weniger Kosten wegen des Härtens.

§. 115.

Probiren des Stahls hinsichtlich der Reinheit seiner Oberflächen.

Man schmiedet das Ende einer Stahlstange auf eine Länge von nur 3 bis 4 Zoll vierkantig, härtet es bei einem Hitzegrade, der zwischen Kirschroth und Rosenroth liegt, feilt es auf einer Seitenfläche glatt, läßt es dann über einem sanften Feuer violet oder dunkelblau anlaufen, polirt es auf zwei an einanderstoßenden Flächen, der Breite und Dicke, und besieht dann diese Flächen; auf der Breite, die vorhin glatt gefeilt ist, sieht man dann die Nüancen, die schmutzigen und faserigen Stellen, die der Stahl hat, und auf der Dicke die Schichten, aus denen er zusammengesetzt ist. Damit ein Stahl sich zu allen Arten von glatten und polirten Arbeiten eigne, muß er die genannten Nüancen entweder gar nicht oder doch nur in sehr geringem Grade zeigen; sind sie vorhanden, so ist das fast immer ein Beweis von einer Eisenbeimischung. Man kann dieselben dadurch deutlicher hervortreten lassen, daß man den Stahl mit verdünnter Salpetersäure bestreicht; der Stahl verkohlt sich durch die Säure und wird schwarz, während das Eisen, welches ihr etwas besser widersteht, nur eine gelbliche Farbe annimmt.

Die genannten Nüancen sind zufällig und verändern sich mit der Gestalt des Objectes und mit dem Grade von Hitze, bei welchem der Stahl gehärtet wurde. Ein unter der Rothbraunhitze gehärtetes Rasirmesser hat auf der Fläche der Klinge die (Taf. 9. Fig. 3.) abgebildeten Längenstreifen, die sich noch nicht zum Korne haben ausbilden können. Erhitzt man sie etwas mehr, bis zur Kirschröthe, so erscheinen auf der Fläche und namentlich gegen das Ende der Klinge zu die vorhin genannten Nüancen. An dieser Stelle war die Härtehitze noch nicht bedeutend genug, weil die Klinge ihrer Form wegen die Hitze hier nicht so schnell aufnehmen konnte. Treibt man die Temperatur höher, so verschwinden die Nüancen fast gänzlich. Auch zeigen sie sich selten auf Messerklingen, die bei ver-

schlossenem Feuer, wenn auch bei keinem höhern Hitzegrade gehärtet wurden. Auf einer dünnen Platte von demselben Stahle trifft man sie höchst selten an.

§. 116.

Versuche über die Festigkeit des Stahls.

Die vielfachen Details, in welche wir bei unsern Untersuchungen über den Stahl verwickelt wurden, führten uns von selbst zu einer Vergleichung der verschiedenen Stahlsorten in ihren verschiedenen Zuständen. Um mit Sicherheit über die Kraft des Stahls entscheiden zu können, beschlossen wir eine Reihe von Versuchen mit allen Stahlsorten anzustellen, die uns zu Gebote standen. Zu dem Ende construirten wir die auf (Taf. 10.) abgebildete Maschine, deren Einrichtung aus der Zeichnung zur Genüge hervorgeht. Wir zogen den Stahl durch das Zieheisen zu rundem und viereckigem Drahte von verschiedenen Dicken aus, ließen diesen Stahl in alle Zustände übergehen, deren der Stahl fähig ist, und behielten von jedem Zustande ein Stück zur demnächstigen Probe.

Auf diese Weise wurde es möglich, eine Tabelle über die Kraft des Stahls herzustellen, die eine genaue Vergleichung des gehärteten und angelassenen Stahls mit seinem anfänglichen Zustande gestattete. Bisher hatte man über diesen Gegenstand fast nur Vermuthungen. Wir kennen jetzt freilich mehrere Mittel, die Widerstandskraft eines festen Körpers zu bestimmen; man legt z. B. eine Metallstange von einer Linie ins Gevierte auf eine Unterstützung und beschwert sie an beiden Enden so lange mit Gewichten, bis sie bricht; aus dem zum Bruche erforderlichen Gewichte schließt man auf die Kraft des untersuchten Körpers. Allein welche Zeit gehört zu einem solchen Versuche: man muß dabei probiren, gerade als wenn man das Gewicht eines Körpers herausbringen will. Der Versuch muß an verschiedenen großen Stücken wiederholt werden, um das Verhältniß der Kraft zu den Dimensionen und zum Abstande des Angriffspunktes zu erfahren; auch muß man verschiedene Stahle in verschiedenen Härtezuständen untersuchen. Nach zehntägiger Arbeit würde man bei dieser Methode erst wenige Versuche abgethan haben. Man probirt auch wohl die Widerstandskraft eines Körpers, indem man ihn mit beiden Enden auf feste Lager legt (Taf. 8. Fig. 2.) und in der Mitte mit Gewichten beschwert; allein diese Methode ist nicht genauer als die vorige

und erfordert eben so viel Zeit. Auch sucht man die Kraft eines Körpers dadurch herauszubringen, daß man mit dem Hammer auf seine Mitte schlägt oder einen Körper von einer bestimmten Höhe auf sie herabfallen läßt, und dadurch seinen Bruch bewirkt; allein dabei weiß man nicht, ob man auch genau die Mitte mit dem Hammer trifft, vermag auch die Kraft eines solchen Hammerschlages nicht sicher anzugeben; der Stoß eines fallenden Körpers hat eben so viele Schwierigkeiten. Dagegen ist unsere Maschine einfach und wohlfeil herzustellen; sie bestimmt die Widerstandskraft des Stahls vermittelst einer Schraube, ein Mittel, welches schon Réaumur anwandte (Taf. 8. Fig. 1.), der aber nur dünne Stahlfäden untersuchen konnte. Nach unserer Methode erhält man ein constanteres, genaueres Resultat und operirt rascher.

Nach gemachten Versuchen zogen wir aus ihnen das Resultat; es beschränkte sich vorzugsweise auf die Beantwortung der Frage, wie viel ein Stahlstück von bestimmter Größe mehr tragen könne, als ein zweites von verschiedener Größe, und welchen Einfluß dabei der Abstand des Angriffspunktes hatte.

Wollte man eine gleiche Reihe von Versuchen mit dem Eisen anstellen, so würde man näherungsweise bestimmen können, welche Kraft eine Radachse von bestimmter Größe auszuhalten vermöchte, die Unvollkommenheit der Arbeit, der Materie, die durch das Fahren verursachten Stöße u. s. w. abgerechnet. Man würde auf diesem Wege erfahren können, ob es nicht vortheilhaft wäre, stählerne Achsen zu Wagen, Laffeten, Maschinenräder, u. s. w. zu nehmen, eine Arbeit, die genau ausgeführt, von großem Nutzen sein würde. Eine solche im Großen auszuführende Arbeit übersteigt leider wegen der vielen Kosten unsere Kräfte.

Um auf unsere Versuche zurückzukommen, so hieben wir die zu untersuchenden Stahlstangen in Stücken von bestimmter Länge und härteten diese, wobei wir alle unsere Aufmerksamkeit darauf richteten, daß die Stücke sich nicht krümmten. Die verschiedenen Hitzegrade zum Härten und die verschiedenen Härtegrade bieten dabei Schwierigkeiten dar, die nur ein Arbeiter zu überwinden vermag, der in langjähriger Praxis seine Kenntnisse auf ein sicheres Fundament zu stützen gelernt hat.

Aus unsern Versuchen erhielten wir denn nachstehende wichtige Resultate.

Kaltgehämmertes Eisen widerstand immer besser, als wenn es in Bündeln gehärtet war. Auch war es stärker, als Stahl, der bei dem richtigen Hitzegrade gehärtet, aber gar nicht angelassen wurde.

Kaltgehämmerter Stahl war stärker, als Eisen von gleichen Dimensionen. Stahl, der bei dem für ihn passenden Hitzegrade gehärtet war, zeigte weniger Stärke, als wenn er kalt gehämmert war. Der Stahl war aber dann bloß gehärtet und durchaus nicht angelassen.

Weißglühend gehärteter Stahl widerstand weniger, als Stahl, der bei dem passenden Hitzegrade gehärtet war. Wurden zwei Stahlstücke von gleicher Beschaffenheit, das eine weißglühend, das andere bei dem richtigen Hitzegrade gehärtet, und ließ man dann beide zu einer beliebigen, aber beide zu demselben Grade an, so war das letztere immer stärker und zwar ungefähr im Verhältnisse von 10 zu 6.

War der Stahl gehärtet und man ließ ihn purpurroth an, so vergrößerte sich seine Kraft; er erhielt dann die anfängliche Stärke wieder und überschritt diese oftmals sogar.

Ließ man den Stahl dunkelblau an, so hatte er seine größte Stärke. War der ausgeübte Druck stark genug, so zerriß jedes Stahlende unter einer deutlich bemerkbaren Elasticität.

Mitunter widerstand der kalt gehämmerte Stahl einer größern Kraft als der dunkelblau angelassene, obgleich er sich schon bei einem Gewichte bog, welches 200 bis 700 Kilogramme weniger betrug, als das Gewicht, bei welchem der dunkelblau angelassene Stahl zerriß. Dennoch ergab sich aus allen unsern Versuchen, daß man immer mit mehr Gewißheit auf die Kraft des angelassenen Stahls rechnen darf, als auf die des Kaltgehämmerten, namentlich, wenn derselbe nur einen Druck auszuhalten hat, der um ein Drittel kleiner ist, als der, bei welchem er zerreißt. Feiner Stahl widerstand immer besser, als gemeiner Stahl; ersterer hat mehr Berührungspunkte. Es stimmt dieses mit Büffon's Versuchen über die Widerstandskraft der Hölzer überein, nach denen ein Holz auch um so besser Widerstand leistet, je dichter es ist. Je gröber das Korn eines Stahls ist, desto weniger Berührungspunkte hat er, und desto weniger widersteht er daher auch; dieses fanden wir bei allen unsern Versuchen bestätigt. Wurde der gehärtete Stahl mit Talg angelassen, so widerstand er besser als der Kaltgehämmerte, und bog

sich dabei vor seinem Bruche weniger. Es giebt also drei Zustände, in denen der Stahl den kaltgehämmerten an Kraft übertrifft, der purpurroth, dunkelblau und mit Talg angelassene Stahl. Der letztere Stahl ist freilich biegsamer und elastischer, widersteht aber weniger, als der dunkelblau angelassene. Dunkelblau angelassener Stahl eignet sich folglich am besten zu Wellen, Hebeln, Trägern, Wagenachsen, Rad- und Rollenzapfen, Laffetenachsen u. s. w. Sind auch die Kosten solcher stählernen Achsen bedeutender, so werden diese durch die größere Kraft des Stahls hinlänglich aufgewogen; eine Eisenstange von 4 Quadratzoll Durchschnitt trägt 16000, eine Stahlstange von gleichen Dimensionen 28,400 Pfund. Gehärteter und angelassener und nachher dunkelroth geglüheter Stahl bog sich und zerriß auch unter einer geringern Belastung als kaltgehämmerter Stahl.

Nach einem Auszuge aus dem Berichte, den die Société d'encouragement über unsere Arbeiten abstattete, ist das mittlere Resultat der acht Reihen unserer Versuche folgendes:

		Verhältniß der Kraft.
Eisen	kaltgehämmert	9
	in Bündeln gehärtet	8
Stahl kaltgehämmert	. . . .	14
Stahl, gehärtet	bei dem ihm eigenthümlichen Hitzegrade	3
	weißglühend	5
Stahl, gehärtet und angelassen	dunkelblau	18
	purpurroth	16
	im brennenden Talge	16
	rothglühend	13

Auch Muschenbroek stellte eine Reihe von Versuchen an, die mit den unserigen Aehnlichkeit haben; er ließ Eisen- und Stahlstangen schmieden, die $\frac{1}{10}$ Quadratzoll Durchschnitt hatten, und hing an diese so viele Gewichte, bis sie zerrissen; schade, daß sich seine Versuche nicht auch auf solche Stahle erstrecken, die nach dem Härten angelassen waren. Seine Resultate sind folgende:

Die Zähigkeit des Eisens verhält sich zu der des Stahls wie . . . . 715 zu 1170.

Mittlere Widerstandskraft des Eisens . . . . 720 Pfd.

Ungehärteter Stahl	Sorte Nro. 1.	1190 —
	„ Nro. 2.	1140 —
	„ Nro. 3.	1080 —

Gehärteter Stahl	Stark gehärteter	1120 Pfd.
	Gehärtet wie Messerklingen .	1350 —
	Gehärtet wie Rasirmesserklingen	1500 —

Tabelle
über den Widerstand des Stahls von verschiedener Größe in Kilogrammen.

Runde Drähte von 1 Zoll Länge oder Abstand zwischen den Stützpunkten.

Nr.	Beschaffenheit des Drahts.	Dimension.	Zustand, in welchem sie zerbrochen wurden.	Widerstand.
1.	Eisen.	$\frac{11}{12}$ Linie oder 0,91666	kalt gehämmert	12
			in Bündeln gehärtet . . .	10
	Gemeiner Stahl.		kalt gehämmert	26
			gehörig gehärtet	4
			weißglühend gehärtet . . .	2
			angelassen: purpurroth . . .	24
			angelassen: dunkelblau . . .	27
			angelassen: im Talge . . .	23
			rothgeglüht nach dem Härten .	1
2.	Eisen.	$1\frac{5}{24}$ Linie oder 1,20833	kalt gehämmert	20
			in Bündeln gehärtet . . .	25
	Gemeiner Stahl.		kalt gehämmert	37
			gehörig gehärtet	5
			weißglühend gehärtet . . .	2
			angelassen: purpurroth . . .	32
			angelassen: dunkelblau . . .	38
			angelassen: im Talge . . .	30
			rothgeglüht nach dem Härten .	27
3.	Eisen.	$1\frac{1}{3}$ Linie oder 1,33333	kalt gehämmert	37
			in Bündeln gehärtet . . .	29
	Gemeiner Stahl.		kalt gehämmert	55
			gehörig gehärtet	31
			weißglühend gehärtet . . .	19
			angelassen: purpurroth . . .	45
			angelassen: dunkelblau . . .	72
			angelassen: im Talge . . .	65
			rothgeglüht nach dem Härten .	22
4.	Eisen.	$1\frac{13}{24}$ Linie oder 1,54166	kalt gehämmert	62
			in Bündeln gehärtet . . .	46
	Gemeiner Stahl.		kalt gehämmert	100
			gehörig gehärtet	36
			weißglühend gehärtet . . .	25
			angelassen: purpurroth . . .	44
			angelassen: dunkelblau . . .	137
			angelassen: im Talge . . .	116
			rothgeglüht nach dem Härten .	74

Tabelle
über den Widerstand des Stahls von verschiedener Größe in Kilogrammen.

Vierkantige Drähte von 1 Zoll Länge oder Abstand zwischen den Stützpunkten.

Nro.	Beschaffenheit des Drahts.	Dimension.	Zustand, in welchem sie zerbrochen wurden.	Widerstand.
1.	Eisen	$1\frac{1}{4}$ Linie oder 1,25	kalt gehämmert	45
			in Bündeln gehärtet . . .	37
	Gemeiner Stahl		kalt gehämmert	50
			gehörig gehärtet	26
			desgl.	21
			weißglühend gehärtet . .	17
			angelassen purpurroth . .	87
			angelassen dunkelblau . .	87
			angelassen im Talge . . .	77
			rothgeglüht nach dem Härten	64
2.	Eisen	$1\frac{19}{24}$ Linie oder 1,7916	kalt gehämmert	150
			in Bündeln gehärtet . . .	115
	Gemeiner Stahl		kalt gehämmert	250
			gehörig gehärtet	83
			desgl.	125
			weißglühend gehärtet . . .	32
			angelassen purpurroth . .	225
			angelassen dunkelblau . .	277
			angelassen im Talge . . .	268
			rothgeglüht nach dem Härten	225
3.	Eisen	$2\frac{1}{2}$ Linie oder 2,5	kalt gehämmert	447
			in Bündeln gehärtet . . .	340
	Gemeiner Stahl		kalt gehämmert	690
			gehörig gehärtet	363
			desgl.	346
			weißglühend gehärtet . . .	334
			angelassen purpurroth . .	825
			angelassen dunkelblau . .	885
			angelassen im Talge . . .	702
			rothgeglüht nach dem Härten	601
5. der vorigen Tabelle. Runder Draht.	Eisen	$2\frac{1}{8}$ Linie oder 2,125	kalt gehämmert	180
			in Bündeln gehärtet . . .	137
	Gemeiner Stahl.		kalt gehämmert	256
			gehörig gehärtet	250
			desgl.	200
			weißglühend gehärtet . .	114
			angelassen purpurroth . .	295
			angelassen dunkelblau . .	350
			angelassen im Talge . . .	300
			rothgeglüht nach dem Härten	260

Tabelle
über den Widerstand des Stahls in seinen verschiedenen Zuständen, in Kilogrammen.

Nro.	Stahlsorte.	Dimensionen.	Zustand, in welchem der Stahl zerbrochen wurde.	Abstand zwischen den Stützpunkten. 1 Zoll.		1½ Zoll.		2 Zoll.	
				Widerstand in Kilogrammen.					
				bog	sich bei	bog	sich bei	bog	sich bei
1.	Gußstahl. Viereckiger Draht.	3½ Linie auf 2¾ L.	kalt gehämmert	1170		812	450	625	300
			gehärtet u. blau angelassen	1994		757		614	
2.		3¼ L. auf 3⅙ L.	kalt gehämmert	1840	1400	1105	805	845	500
			gehärtet u. blau angelassen	1735		965		689	
3.		4 L. ins Gev.	kalt gehämmert	„		2365	1500	1837	1250
			gehärtet u. blau angelassen	„		2157		1782	
4.	Gemeiner Stahl. Viereckiger Draht.	2⅞ L. ins Gev.	kalt gehämmert	1312	900	737	500	487	275
			gehörig gehärtet	937		252		425	eisenart.
			gehärtet u. blau angelassen	1200		952		740	desgl.
5.		3½ L.	kalt gehämmert	1600	1000	1140	eisenart.	875	500
			gehörig gehärtet	1390	eisenart.	725		700	eisenart.
			gehärtet u. blau angelassen	1860		1064		845	
6.		4⅛ L.	kalt gehämmert	„		1937	1000	1640	800
			gehörig gehärtet	„		1180		1147	eisenart.
			gehärtet u. blau angelassen	„		2030		1750	
7.	Gemeiner Stahl. Runder Draht.	3¼ L.	kalt gehämmert	725	500	565		330	150
			gehörig gehärtet	315		155		100	
			gehärtet u. blau angelassen	810		543		370	
8.		3½ L.	kalt gehämmert	1000	750	605		550	300
			gehörig gehärtet	470		245		„	
			gehärtet u. blau angelassen	950		797		447	
9.		4⅙ L.	kalt gehämmert	„		1637	1000	1200	700
			gehörig gehärtet	„		850		775	eisenart.
			gehärtet u. blau angelassen	„		2262		1125	

Tabelle

über die Kraft des Stahls in seinen verschiedenen Zuständen und für verschiedene Angriffsweiten, mit der Kraft des Eisens verglichen.

Nro.	Dimension; Linien ins Gevierte.	Beschaffenheit der Stange.	Zustand, in welchem die Stangen zerbrochen wurden.	Abstand der Stützpunkte. 2 Zoll		3 Zoll		4 Zoll		5 Zoll	
				Widerstand in Kilogrammen.							
				bog	sich bei	bog	sich bei	bog	sich bei	bog	sich bei
1.	2⅞	Eisen	kalt gehämmert		=	152	115	54	43	54	34
		Gemeiner Stahl	desgl.		=	250	200	125	77	90	63
			gehärtet und blau angelassen		=	500	437	300	125	110	97
2.	3¼	Eisen	kalt gehämmert	225	130	=		240	176	130	98
		Gußstahl	desgl.	525	452	350	257	326	219	170	110
			gehärtet und blau angelassen	439	zu heiß gehärtet	299		317		148	
3.	4	Eisen	kalt gehämmert	900	616	590	462	375	150	253	179
		Steyerischer St.	desgl.	2000	eisenart.	900	636	700	552	400	347
			gehärtet und blau angelassen	2125	=	1300		639	556	378	360
4.		Gemeiner Stahl	desgl.	1750	1200	800	554	500	325	452	257
			gehärtet und blau angelassen	1387	806	950	710	586	410	361	266
5.	5	Eisen	kalt gehämmert	1805	1000	1040	763	506	442	490	398
		Gemeiner Stahl	desgl.	2250	1500	1804	1361	950	675	850	540
			gehärtet und blau angelassen	2856	ohne zu brechen	2493		1225	1076	957	652

Resultate der Versuche über eiserne und gußeiserne Stangen von 4 Zoll Länge und einem Zoll ins Gevierte, die horizontal über zwei 42 Zoll von einander entfernte Stützpunkte gelegt und in der Mitte mit Gewichten beschwert wurden.

Bei einer Belastung von	125 ℔.	250 ℔.	375 ℔.	500 ℔.	675 ℔.	750 ℔.	875 ℔.	1000 ℔.
krümmte sich um Linien								
Graues Gußeisen	1,00	4,00	6,25	zerbrach	bei	450 Pf.		
	1,75	4,25	6,76	"	"	450 —		
Weiches Gußeisen	1,50	5,25	8,50	"	"	650 —		
	0,25	1,50	3,00	4,25	5,75	7,50	9,25	11,75
Schmiedeeisen	1,00	3,00	8,00	11,00	14,00	16,00	20,00	25,00
	1,50	4,00	9,00	12,00	15,00	18,00	22,00	26,00

Die Hälften der zerbrochenen Stangen wurden auf Stützen gelegt, die 21 Zoll von einander entfernt waren, und gaben nachstehende Resultate:

Bei einer Belastung von	300 ℔.	450 ℔.	600 ℔.	750 ℔.	900 ℔.	1050 ℔.	1200 ℔.	1350 ℔.	1500 ℔.	1650 ℔.
krümmte sich um Linien										
Graues Gußeisen .	0,75	1,00	zerbrach bei 450 Pfund.							
	0,50	1,00	1,25	1,50	2,00	zerbrach bei 1050 Pfund.				
Weiches Gußeisen .	0,50	1,00	1,50	1,75	3,00	3,25	3,50	4,25	4,50	5,25
	0,50	0,75	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25			

Die vorletzte Stange zerbrach bei einem Gewichte von 1650, und die letzte bei einem Gewichte von 1272 Pfund. Diese Versuche sind von Buffon, Sufflot und Rondelet.

Eine Eisenstange von einem Zoll ins Gevierte und auf zwei 42 Zoll von einander entfernte Stützpunkte gelegt, trug in ihrer Mitte ein Gewicht von tausend Pfund, wobei sie sich um 25 Linien einbog. Setzt man nun die Kraft des Eisens zu der des Stahls, nach Jaillet

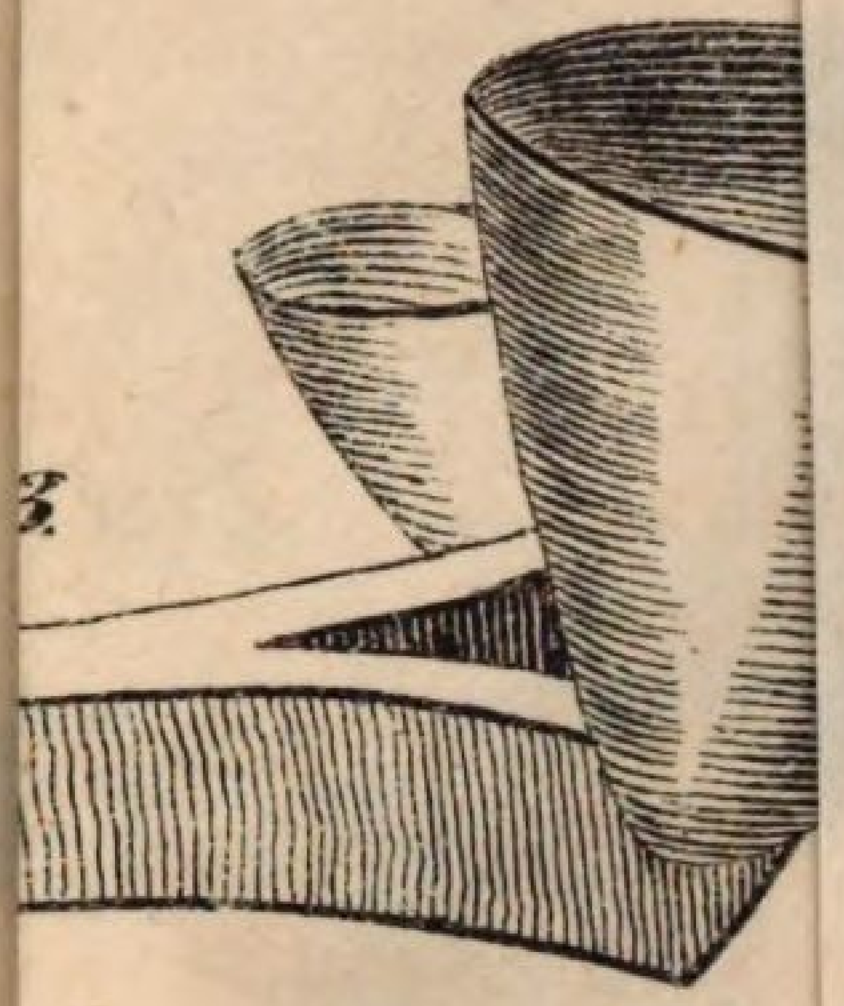
de l'Aumont, wie 9 zu 16, und nimmt an, daß die Kraft im einfachen Verhältnisse der Dimensionen zunimmt, so ist

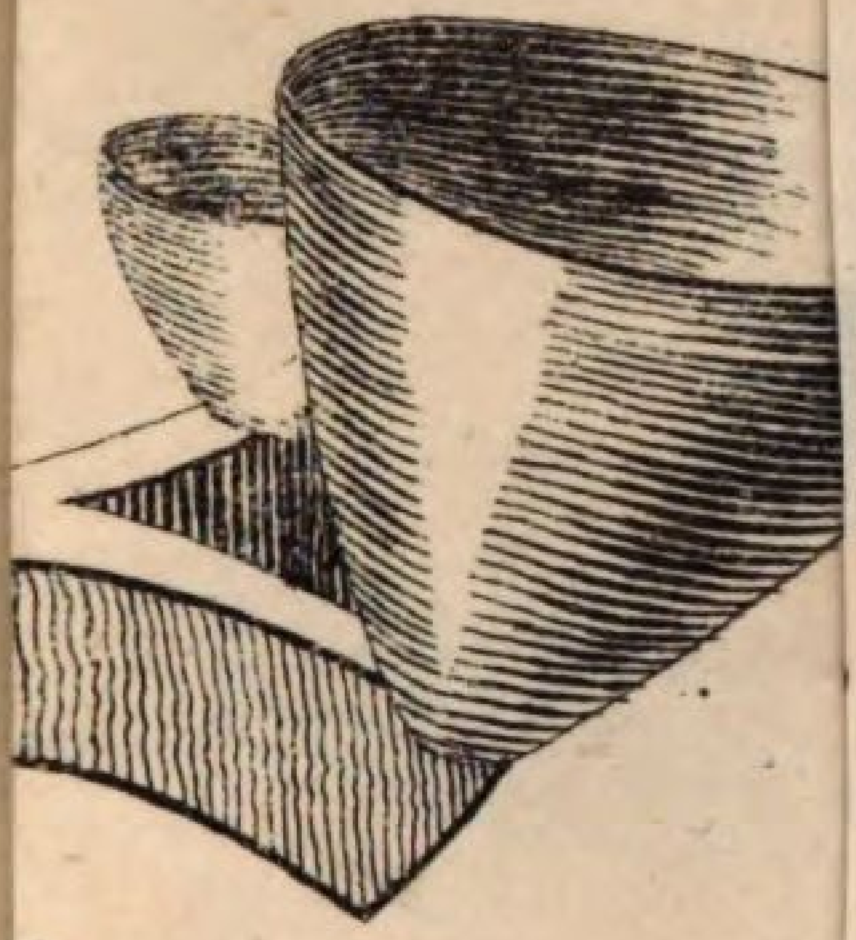
	die Kraft des Eisens	die Kraft des Stahls.
für 1 Zoll ins Gevierte	1000 ℔	1777 ℔
= 2 = = = =	4000 —	7111 —
= 3 = = = =	9000 —	16000 —
= 4 = = = =	16000 —	28444 —

Waren die Stützpunkte der Eisenstange nur 21 Zoll von einander entfernt, so trug sie 1650 ℔ und bog sich bei $5\frac{1}{4}$ Linie weit ein. Hiernach würde unter denselben Voraussetzungen sein

	die Kraft des Eisens	die Kraft des Stahls.
für 1 Zoll ins Gevierte	1650 ℔	2933 ℔
= 2 = = = =	6600 —	12088 —
= 3 = = = =	14850 —	26400 —
= 4 = = = =	26400 —	46933 —

3.





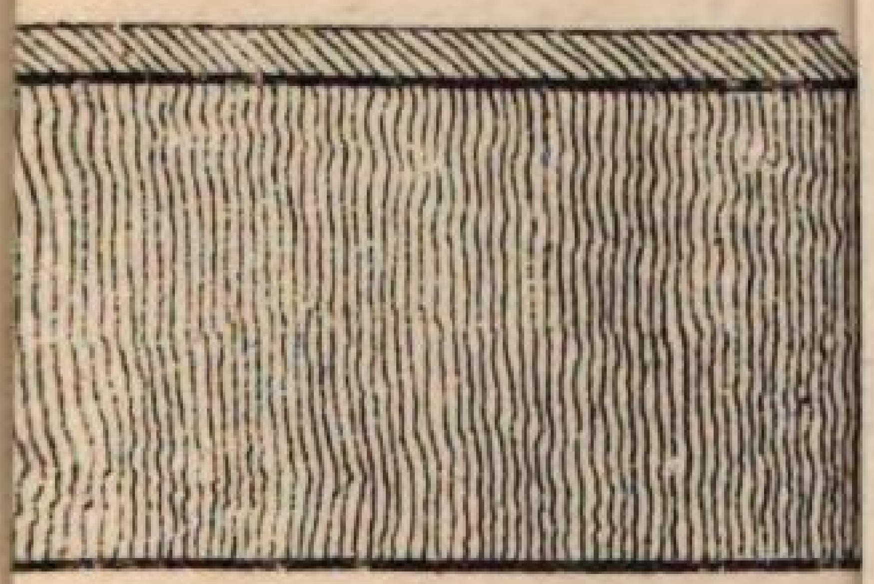


Fig. 4.

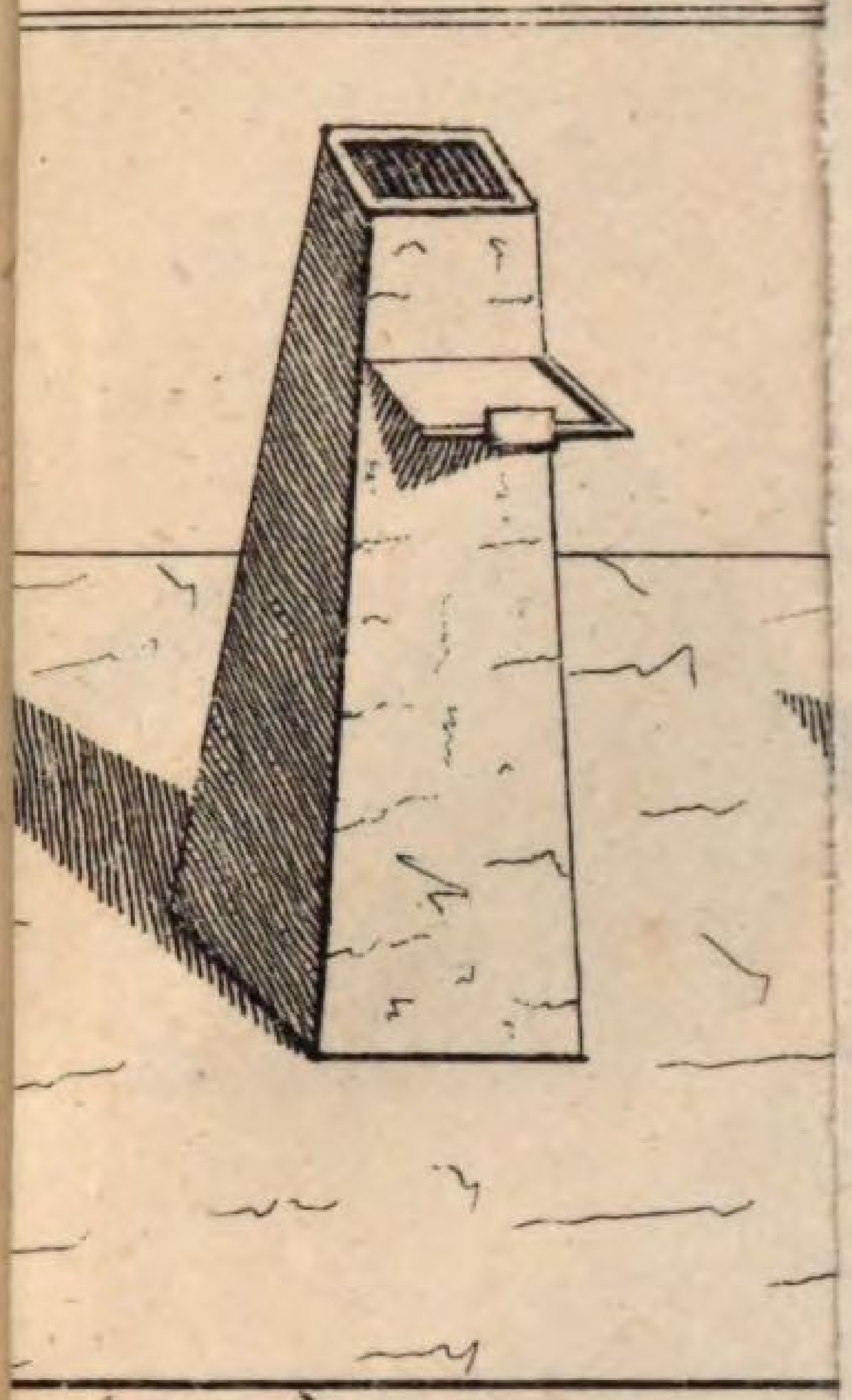
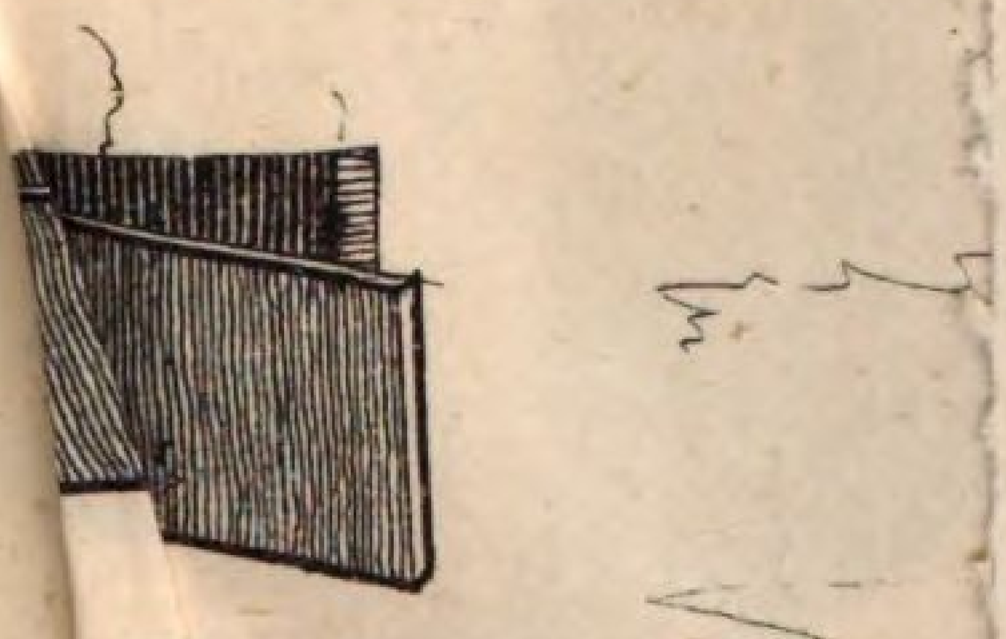


Fig.



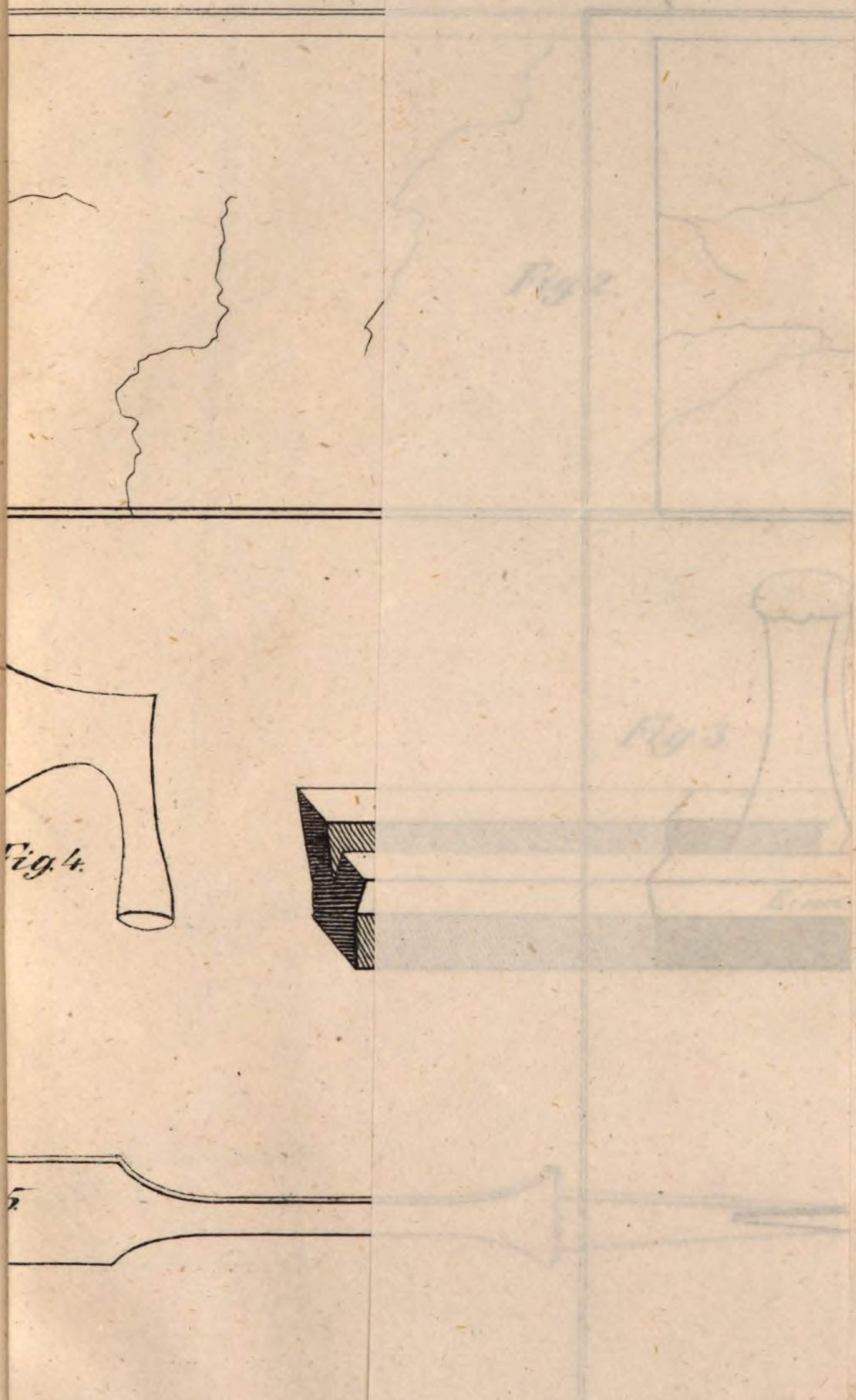


Fig. 4.

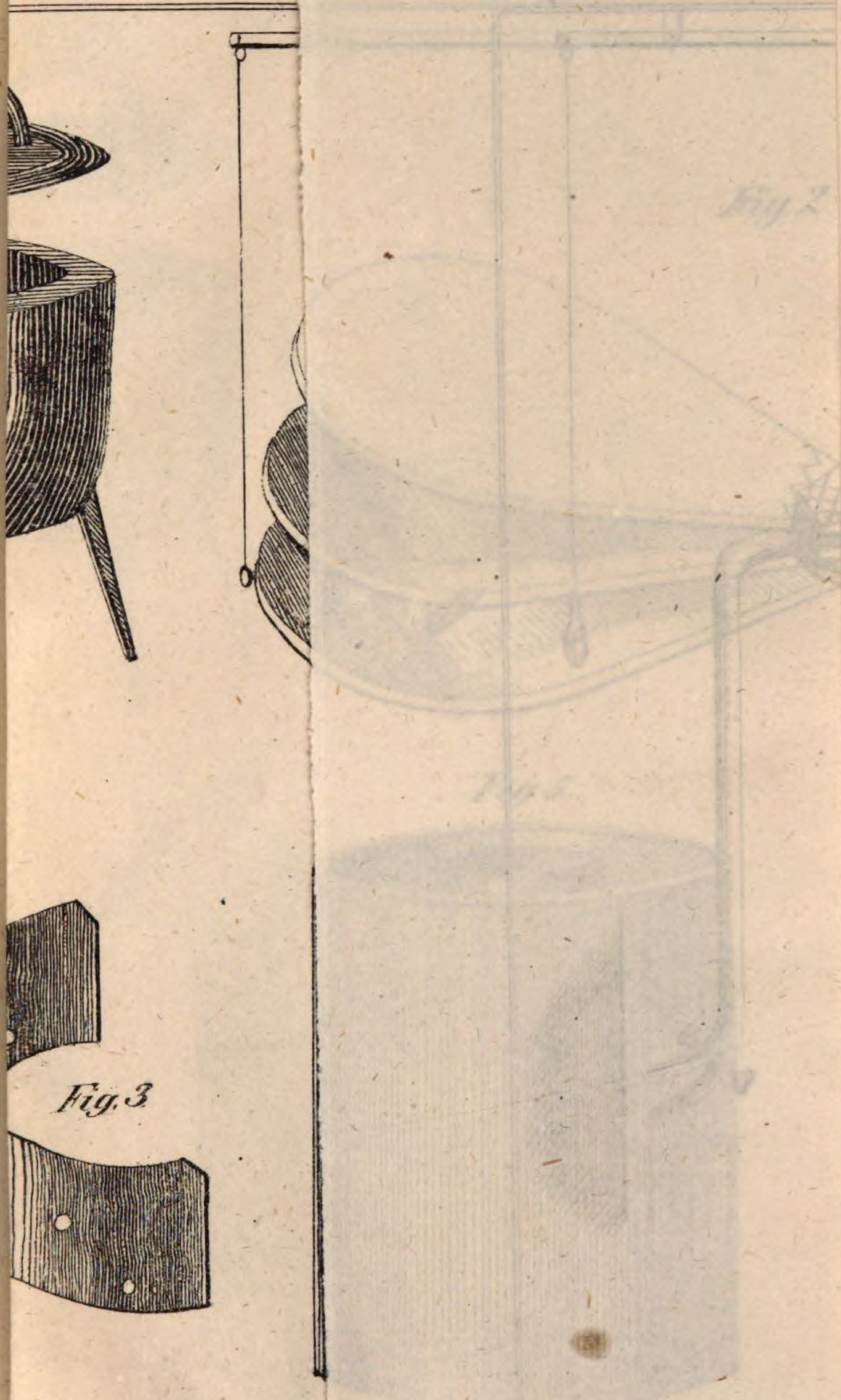


Fig.3

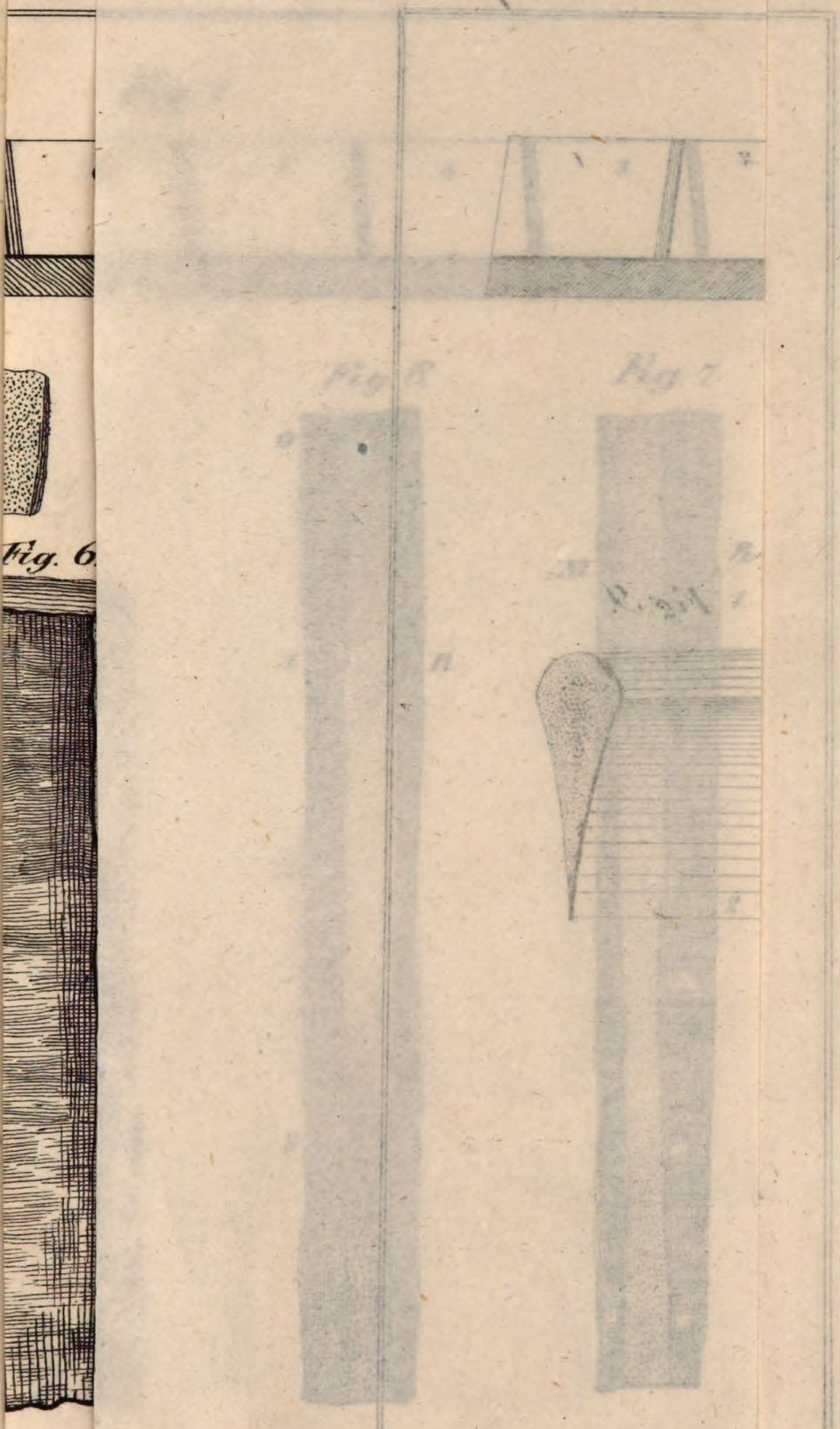
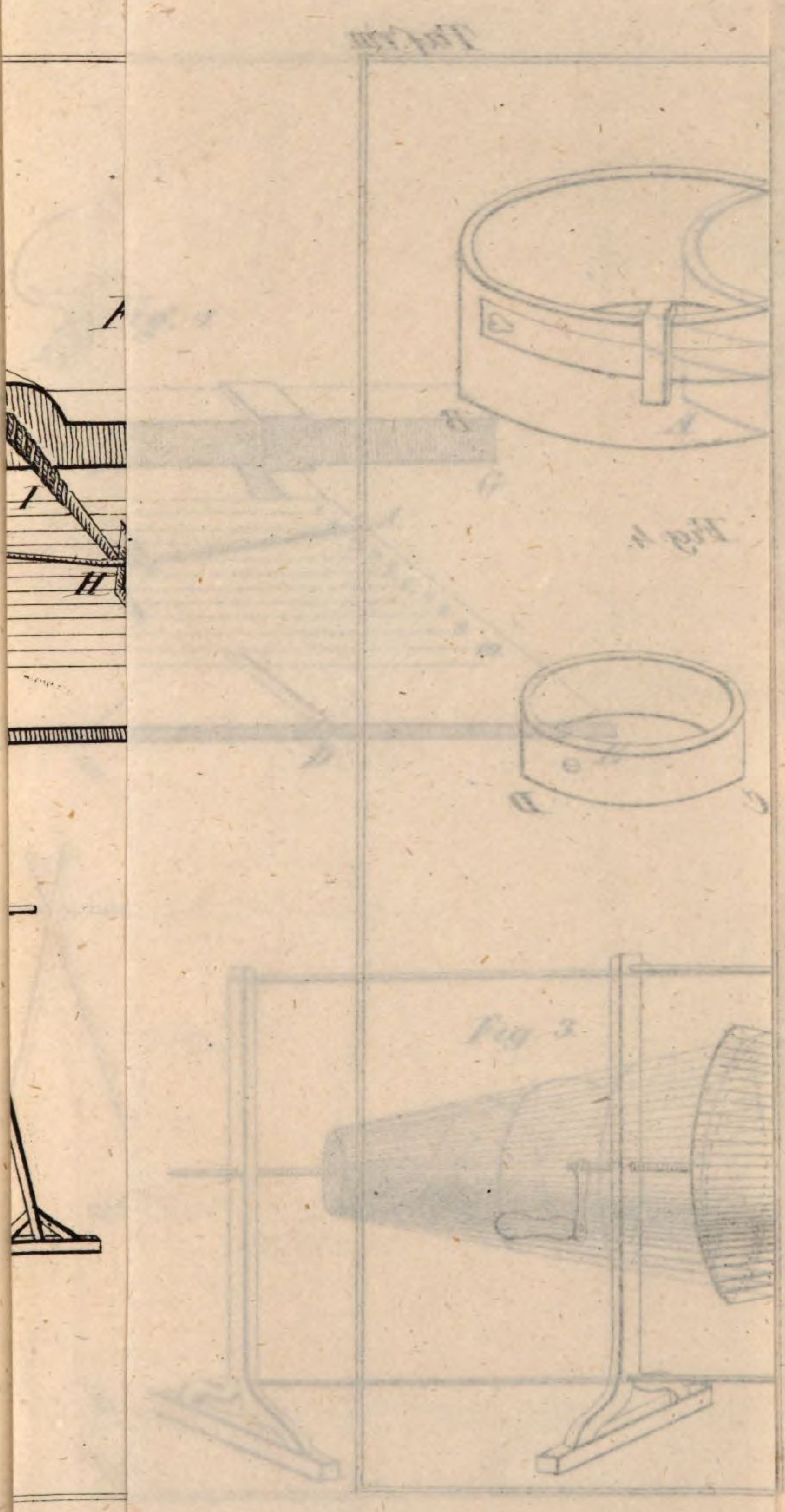


Fig. 6.

Fig. 1.

Fig. 3


F
I
H

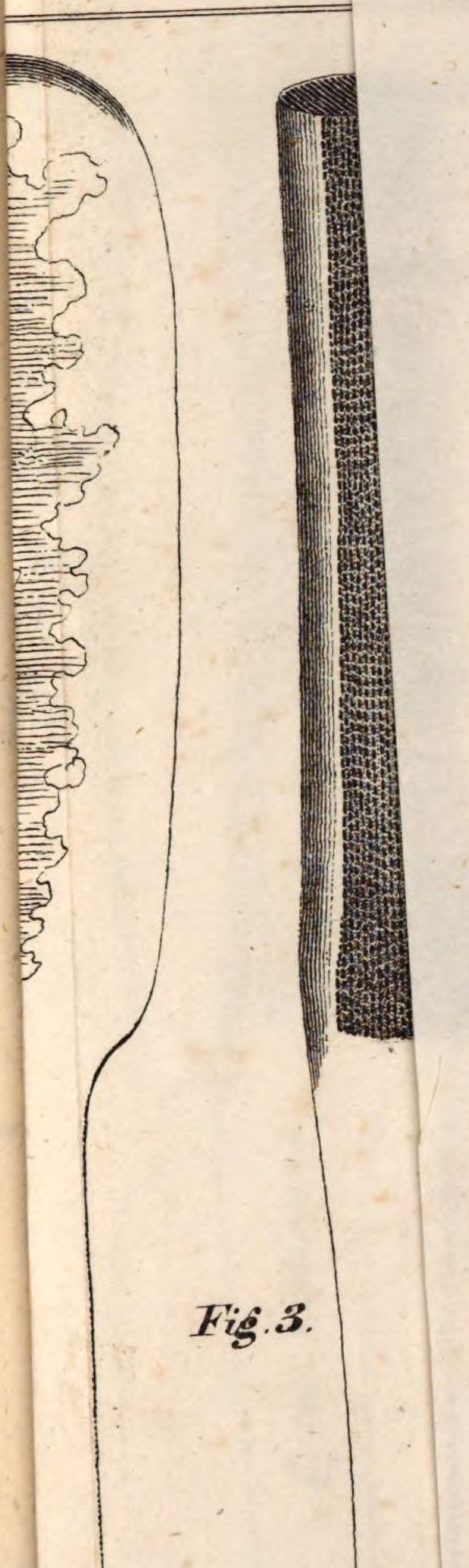


Fig.3.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Bayerische StaatsBibliothek

Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Damemme, Henri,

Praktisches Handbuch der Fabrikation und Bearbeitung des Stahls

Quedlinburg und Leipzig 1839

BHS I C 10

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10705920-1